

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL PRO-CESO OVERHEAD DE
SELLADO EN ÓMNIBUS BB”**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL PRO-
CESO OVERHEAD DE SELLADO EN ÓMNIBUS BB”**

AUTOR: DIEGO PAÚL BETANCOURT REYES

DIRECTOR: ING. MARCELO GARCÍA

Quito, Julio de 2012

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo Diego Paúl Betancourt Reyes, declaro bajo juramento que los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de mi responsabilidad y autoría.

Las fuentes de consulta utilizadas como referencia bibliográfica para la elaboración del presente trabajo se encuentran detalladas en el mismo como citas de referencia y en la Bibliografía.

Diego Paúl Betancourt Reyes

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado, previo a la obtención del Título en Ingeniería Eléctrica, titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL PROCESO OVERHEAD DE SELLADO EN ÓMNIBUS BB”, fue desarrollada en su totalidad por el señor Diego Paúl Betancourt Reyes bajo mi dirección

Ing. Marcelo García Torres
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRACEDIMIENTOS

Agradezco a la compañía General Motors Ecuador y Omnibus BB Transportes S.A. por la buena acogida y por ser mi segundo hogar.

Un especial agradecimiento para los Señores Ingenieros: Jaime Andrés Aragón y Kunio Wakao por la confianza depositada en mi al ponerme al frente del proyecto acogiendo toda la responsabilidad en su ejecución, y por transmitirme todas las enseñanzas que pude ponerlas en práctica en la elaboración de mi proyecto de Tesis.

Mis más sinceros agradecimientos a mi enamorada: Sylvita Gallegos, amigos y familiares que me apoyaron y confiaron en mí con cada palabra de aliento que me acercó cada vez más a la meta.

Mi agradecimiento al Ing. Marcelo García por las correcciones tan oportunas y la experiencia transmitida.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por todo el conocimiento adquirido durante estos 5 años de carrera.

DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de Tesis y todo el esfuerzo que este implicó a mi mayor fuente de inspiración de vida, responsabilidad, inteligencia, sabiduría y amor mi Madre Cecilia Reyes y mi Padre Carlos Betancourt.

Como representa un gran esfuerzo lo dedico a mis hermanos: Jorge y Alejandro que son ejemplo de trabajo duró, perseverancia, inteligencia y sobre todo de amor.

Diego P. Betancourt R.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	xv
JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.	xv
ALCANCES.....	xvi
OBJETIVOS.	xvi
HIPÓTESIS.....	xvii
MARCO METODOLÓGICO.....	xvii
CAPITULACIÓN	xvii
RESUMEN.....	xix
1 SISTEMA SCADA	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA SCADA	1
1.2.1 HARDWARE.....	1
1.2.1.1 UNIDAD CENTRAL, MTU.....	2
1.2.1.2 UNIDAD REMOTA	3
1.2.1.3 SISTEMA DE COMUNICACIONES	4
1.2.1.3.1 MEDIO FÍSICO DE COMUNICACIÓN	5
1.2.1.3.2 REDES	11
1.2.1.3.3 TOPOLOGÍAS DE RED	20
1.2.2 SOFTWARE	25
1.2.2.1 OPC	25
1.3 APLICACIONES Y PRESTACIONES.....	26
1.3.1 OBJETIVOS.....	27
1.3.2 VENTAJAS.....	28
1.4 INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA, HMI	29
1.5 ADQUISIÓN DE DATOS.....	30
1.5.1 BASES DE DATOS RELACIONALES	30
1.5.2 BASES DE DATOS INDUSTRIALES	31

2	INTERFAZ GRÁFICA HOMBRE-MÁQUINA CIMPLICITY	32
2.1	INTRODUCCIÓN	32
2.2	ENTORNO DEL SOFTWARE	33
2.2.1	WORKBENCH	33
2.2.1.1	PRINCIPALES FUNCIONES DEL WORKBENCH	35
2.2.2	FUNCIÓN CIM-VIEW	50
2.2.3	FUNCIÓN CIM-EDIT	51
2.3	VENTAJAS Y APLICACIONES	55
3	DISEÑO DEL SISTEMA SCADA PARA OMNIBUS BB	56
3.1	PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	56
3.1.1	INTRODUCCIÓN	56
3.1.2	PROCESO OVERHEAD DE SELLADO ELPO	56
3.1.2.1	CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO.....	58
3.1.3	CARGO BUSES	59
3.1.4	SISTEMA DE POSICIÓN ABSOLUTA.....	62
3.1.5	PUPITRES DE MANDO Y ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN.....	64
3.1.6	MODOS DE OPERACIÓN MANUAL / AUTOMÁTICO.....	66
3.2	IDENTIFICACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE VARIABLES.....	71
3.2.1	CREACIÓN DE VARIABLES EN PLC PRINCIPAL OHS	73
3.2.1.1	ESTANDARIZACIÓN DE TAGS PLC	74
3.2.2	PROGRAMACIÓN DE VARIABLES PARA EL PROYECTO	75
3.2.3	CREACIÓN DE VARIABLES EN CIMPLICITY	77
3.2.3.1	ESTANDARIZACIÓN DE PUNTOS CIMPLICITY	81
3.3	ENLACE Y COMUNICACIÓN CON EL PLC LOGIX 5000	87
3.3.1	ENLACE RSLINX ROCKWELL	87
3.3.2	ENLACE CIMPLICITY	93
3.4	DISEÑO DE PANTALLAS DEL PROCESO.....	97
3.4.1	ESTANDARIZACIÓN DE PANTALLAS CIMPLICITY.....	98
3.4.2	CREACIÓN DE PANTALLAS.....	100
3.4.2.1	ADMINISTRADOR DE USUARIOS	102
3.4.2.2	VISTA GENERAL DEL PROCESO.....	105
3.4.2.3	ESTADO DE CARGO BUSES	107

3.4.2.4	ALARMAS DEL SISTEMA	109
3.4.2.5	PAROS DE PROCESO.....	109
3.4.2.6	REPORTES	110
3.4.2.7	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	112
3.5	PROGRAMACIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA.....	112
4	PLAN DEMANTENIMIENTO PREVENTIVO	118
4.1	CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN CIMPPLICITY.....	118
4.2	DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	125
4.2.1	UNIDAD DE TRASLACIÓN DRF - 200	126
4.2.1.1	CÁLCULO PRÁCTICO GM - OBB DE HORAS DE SERVICIO UNIDAD DE TRASLACIÓN	128
4.2.2	POLIPASTO DE CADENA DEMAG DKUN 10 – 800 KV1	130
4.2.2.1	PERÍODOS DE OPERACIÓN SEGURO DE POLIPASTOS DE CADENA, SWP	131
4.2.2.2	VIDA ÚTIL TEÓRICA, S	133
4.2.2.3	CÁLCULO TEÓRICO DE HORAS DE SERVICIO	135
4.2.2.4	CÁLCULO PRÁCTICO GM - OBB DE HORAS DE SERVICIO POLIPASTO DE CADENA	138
4.3	REPORTES Y TENDENCIAS	140
4.3.1	PROGRAMACIÓN DE REPORTES	140
4.3.2	PRESENTACIÓN DE REPORTES.....	144
	CONCLUSIONES	147
	RECOMENDACIONES	149
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:	150

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Distancias máximas de velocidad de transmisión de datos <i>DeviceNet</i>	13
Tabla 1.2 Características Red <i>DeviceNet</i>	13
Tabla 1.3 Características Red <i>ControlNet</i>	17
Tabla 1.4 Características Red <i>EtherNet/IP</i>	20
Tabla 3.1 Distribución de pupitres de mando.	65
Tabla 3.2 Secuencia de trabajo del cargo bus.	67
Tabla 3.3 Interpretación de notas Tabla 3.2.	68
Tabla 3.4 Verificación de fallas.	69
Tabla 3.5 Fallos y sus posibles soluciones.	70
Tabla 3.6 Nomenclatura general de Puntos.	82
Tabla 3.7 Códigos de Sistema.	82
Tabla 3.8 Códigos para 1er Caracter del tipo de punto.	83
Tabla 3.9 Códigos para 2do Caracter del tipo de punto.	83
Tabla 3.10 Códigos para Área del punto.	84
Tabla 3.11 Códigos de Sub-áreas.	84
Tabla 3.12 Descripción teclas de función pantalla, <i>Cimplicity</i>	99
Tabla 3.13 Nomenclatura General Pantalla, <i>Cimplicity</i>	99
Tabla 3.14 Tipos de pantallas, <i>Cimplicity</i>	100
Tabla 4.1 Horas de servicio unidad de traslación cargo bus N°9 - OHS	129
Tabla 4.2 Periodos de vida útil.	133
Tabla 4.3 Horas de servicio polipastos cargo bus N°9 - OHS	138

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Unidad central de un proceso de recolección de datos de temperatura.	2
Figura 1.2 PLC <i>Control Logix</i> 5000 con tarjetas de comunicación, I/O.	3
Figura 1.3 Cable UTP CAT 5E par trenzado.	5
Figura 1.4 Detalle de corte del cable coaxial.	7
Figura 1.5 Cables de fibra óptica.	8
Figura 1.6 Fibra óptica multimodo.	10
Figura 1.7 Fibra óptica monomodo.	11
Figura 1.8 Topología de red de un sistema <i>DeviceNet</i>	12
Figura 1.9 Sistema <i>ControlNet</i> con topología en derivación de la línea principal.	15
Figura 1.10 Sistema <i>ControlNet</i> con topología en estrella.	15
Figura 1.11 Limitación de nodos en función de distancia en una red <i>ControlNet</i>	16
Figura 1.12 Topología en estrella en una red <i>EtherNet/IP</i>	19
Figura 1.13 Diagrama representativo de una red estrella.	21
Figura 1.14 Diagrama representativo de una red bus.	22
Figura 1.15 Diagrama representativo de una red bus con derivación arborescente.	22
Figura 1.16 Diagrama representativo de una red árbol.	23
Figura 1.17 Diagrama representativo de una red anillo.	24
Figura 1.18 Pantalla Vista general de los <i>cargo buses</i> en el proceso.	29
Figura 2.1 Niveles de operación del <i>Cimplicity</i>	32
Figura 2.2 Entorno <i>Workbench</i> , <i>Cimplicity</i>	34
Figura 2.3 <i>Screens</i> , <i>Cimplicity</i>	35
Figura 2.4 Configuración Clases y Objetos, <i>Cimplicity</i>	36
Figura 2.5 Clases y objetos, <i>Cimplicity</i>	37
Figura 2.6 <i>Points</i> , <i>Cimplicity</i>	38
Figura 2.7 <i>Equipment</i> , <i>Cimplicity</i>	38
Figura 2.8 <i>Security Roles & Users</i> , <i>Cimplicity</i>	40
Figura 2.9 <i>Resources</i> , <i>Cimplicity</i>	41
Figura 2.10 <i>Status Log</i> , <i>Cimplicity</i>	42
Figura 2.11 <i>Alarm Viewer</i> , <i>Cimplicity</i>	42

Figura 2.12 <i>Point Control Panel, Cimplicity.</i>	43
Figura 2.13 <i>Login Panel, Cimplicity.</i>	43
Figura 2.14 <i>Alarm Sound, Cimplicity.</i>	44
Figura 2.15 <i>Show Users, Cimplicity.</i>	44
Figura 2.16 <i>Process Control, Cimplicity.</i>	45
Figura 2.17 Configuración avanzada de Alarmas, <i>Cimplicity.</i>	46
Figura 2.18 Configuración avanzada, Unidades de Medida, <i>Cimplicity.</i>	46
Figura 2.19 Configuración avanzada, Parámetros Globales, <i>Cimplicity.</i>	47
Figura 2.20 Configuración Avanzada, Parámetros de procesos vitales, <i>Cimplicity.</i>	47
Figura 2.21 <i>Basic Control Engine, Cimplicity.</i>	48
Figura 2.22 <i>Database Logger, Cimplicity.</i>	49
Figura 2.23 <i>WebView / ThinView, Cimplicity.</i>	49
Figura 2.24 Librería de <i>Cim-Edit, Cimplicity.</i>	51
Figura 2.25 Propiedades de Elemento <i>Cim-Edit, Cimplicity.</i>	52
Figura 3.1 Estructura para sujeción de carrocería.	57
Figura 3.2 Tablero de ayuda visual y auditiva Andon.	59
Figura 3.3 Distribución de elementos de fuerza y control del cargo bus.	60
Figura 3.4 Pulsadores de control manual del cargo bus.	60
Figura 3.5 Sistema de acople rápido de escobillas de alimentación.	61
Figura 3.6 Variadores de control de motores polipastos y traslación.	62
Figura 3.7 Sensor de posicionamiento absoluto.	63
Figura 3.8 Diagrama de conexión de comunicación sensor de posición.	64
Figura 3.9 Distribución de elementos pupitres de mando.	66
Figura 3.10 Subrutina “Entradas_DNet”, <i>RSLogix 5000.</i>	71
Figura 3.11 Subrutina Fallas_Cargobuses, <i>RSLogix 5000.</i>	72
Figura 3.12 Subrutina “Activación_Balizas”, <i>RSLogix 5000.</i>	72
Figura 3.13 Subrutina “Ubicación_CBs”, <i>RSLogix 5000.</i>	73
Figura 3.14 Creación y propiedades de un nuevo <i>tag, RSLogix 5000.</i>	73
Figura 3.15 Propiedades de un <i>tag, RSLogix 5000.</i>	74
Figura 3.16 Estandarización de nomenclatura subrutina, <i>RSLogix 5000.</i>	74
Figura 3.17 Estandarización de nomenclatura <i>tag, RSLogix 5000.</i>	75

Figura 3.18 Instrucción <i>MOVE</i> , <i>RSLogix 5000</i>	76
Figura 3.19 Programación instrucción <i>MOVE</i> , <i>RSLogix 5000</i>	76
Figura 3.20 Programación <i>bit a bit</i> , <i>RSLogix 5000</i>	77
Figura 3.21 Abrir aplicación en el servidor.	77
Figura 3.22 Creación nuevo punto, <i>Cimplicity</i>	78
Figura 3.23 Creación nuevo punto, <i>Cimplicity</i>	78
Figura 3.24 Propiedades nuevo punto, <i>Cimplicity</i>	79
Figura 3.25 Copia de configuración de proyecto, <i>Cimplicity</i>	80
Figura 3.26 Modo <i>Run</i> , <i>Cimplicity</i>	80
Figura 3.27 Point Control Panel, <i>Cimplicity</i>	81
Figura 3.28 DDE/OPC Topic configuration, <i>RSlinx</i>	81
Figura 3.29 Ingreso al <i>RSlinx</i> , Rockwell Software.	88
Figura 3.30 Configuración <i>Drivers</i> , <i>RSlinx</i>	88
Figura 3.31 Creación nuevo <i>driver</i> , <i>RSlinx</i>	88
Figura 3.32 Selección tipo de <i>Driver</i> , <i>RSlinx</i>	89
Figura 3.33 Nombramiento <i>Driver</i> de comunicación, <i>RSlinx</i>	89
Figura 3.34 Ingreso de dirección IP <i>Device</i> , <i>RSlinx</i>	90
Figura 3.35 Ingreso <i>RSWho</i> , <i>RSlinx</i>	90
Figura 3.36 Identificación <i>PLC</i> principal del <i>Over Head de Sellado</i> , <i>RSlinx</i>	91
Figura 3.37 <i>RSlinx Professional</i>	91
Figura 3.38 Topic Configuration, <i>RSlinx</i>	92
Figura 3.39 Alias Topic Configuration, <i>RSlinx</i>	92
Figura 3.40 Configuración Alias, <i>RSlinx</i>	93
Figura 3.41 Workbench, <i>Cimplicity</i>	94
Figura 3.42 Puertos de comunicación, <i>Cimplicity</i>	94
Figura 3.43 Configuración nuevo puerto de comunicación, <i>Cimplicity</i>	95
Figura 3.44 Propiedades puerto de comunicaciones, <i>Cimplicity</i>	95
Figura 3.45 Puerto creado para comunicación, <i>Cimplicity</i>	95
Figura 3.46 Devices, <i>Cimplicity</i>	96
Figura 3.47 Creación nuevo <i>device</i> de comunicación, <i>Cimplicity</i>	96
Figura 3.48 Descripción nuevo <i>Device</i> , <i>Cimplicity</i>	97

Figura 3.49 Pantalla Genérica, <i>Cimplicity</i> .	99
Figura 3.50 Pantalla Principal PM&C General Motors Ecuador, <i>Cimplicity</i> .	101
Figura 3.51 Pantalla Principal de la Planta de Pintura GM Ecuador, <i>Cimplicity</i> .	101
Figura 3.52 Identificación de usuarios, <i>OHS, Cimplicity</i> .	102
Figura 3.53 Ingreso de nombre de usuario, <i>OHS, Cimplicity</i> .	103
Figura 3.54 Ingreso de contraseña, <i>OHS, Cimplicity</i> .	103
Figura 3.55 Cuadro de información ingreso erróneo, <i>OHS, Cimplicity</i> .	103
Figura 3.56 Cuadro de información de perfil, <i>OHS, Cimplicity</i> .	103
Figura 3.57 Ingreso al proceso, <i>OHS, Cimplicity</i> .	104
Figura 3.58 Pantalla Principal con Perfil de Líder de grupo, <i>Cimplicity</i> .	104
Figura 3.59 Modelación Estructural, <i>Over Head</i> de Sellado.	105
Figura 3.60 Vista general del Proceso <i>Over Head</i> Sellado, <i>Cimplicity</i> .	106
Figura 3.61 Asignación de tiempo de permanencia estaciones, <i>OHS, Cimplicity</i> .	107
Figura 3.62 Estado de Cargo buses, <i>OHS, Cimplicity</i> .	108
Figura 3.63 Estado Cargo bus N°1, <i>OHS, Cimplicity</i> .	108
Figura 3.64 Pantalla Visualización de Alarmas, <i>OHS, Cimplicity</i> .	109
Figura 3.65 Pantalla de paros de proceso, <i>OHS, Cimplicity</i> .	110
Figura 3.66 Pantalla de reportes, <i>OHS, Cimplicity</i> .	110
Figura 3.67 Reporte de Fallas, <i>OHS, Cimplicity</i> .	111
Figura 3.68 Reporte de Paros de Proceso, <i>OHS, Cimplicity</i> .	111
Figura 3.69 Visualización Ordenes de Mantenimiento, <i>OHS, Cimplicity</i> .	112
Figura 3.70 Variables creadas administrador de usuarios, <i>OHS, Cimplicity</i> .	115
Figura 3.71 Mensaje Orden de Mantenimiento, <i>OHS, Cimplicity</i> .	115
Figura 4.1 <i>Database Logger, Cimplicity</i> .	118
Figura 4.2 Creación de nueva tabla <i>Database Logger, Cimplicity</i> .	119
Figura 4.3 Condiciones de registro, <i>Cimplicity</i> .	120
Figura 4.4 Atributos de registro, <i>Cimplicity</i> .	120
Figura 4.5 Eventos de mantenimiento, <i>Cimplicity</i> .	121
Figura 4.6 Eventos de mantenimiento, <i>Cimplicity</i> .	122
Figura 4.7 Conexión de la base de datos, <i>Cimplicity</i> .	122
Figura 4.8 Configuración avanzada de la base de datos, <i>Cimplicity</i> .	123

Figura 4.9 Búsqueda de variables para registrar en la base de datos, <i>Cimplicity</i>	124
Figura 4.10 Añadiendo variables para registrar en la base de datos, <i>Cimplicity</i>	124
Figura 4.11 Variables de la base de datos, <i>Cimplicity</i>	125
Figura 4.12 Pantalla de registro de cumplimiento de horas de trabajo, <i>Cimplicity</i>	126
Figura 4.13 Unidad de traslación <i>Demag</i> DRF – 200.	127
Figura 4.14 Mensaje Mantenimiento Preventivo Traslación, <i>Cimplicity</i>	130
Figura 4.15 Componentes del Polipasto de cadena <i>Demag</i> DKUN 10 800 – KV1.	131
Figura 4.16 Módulos de Solicitación de Carga.	134
Figura 4.17 Solicitación de carga para polipastos de cargo buses del OHS.	137
Figura 4.18 Mensaje Mantenimiento Preventivo Polipastos. <i>Cimplicity</i>	139
Figura 4.19 Pantallas de ingreso a la generación de reportes, <i>Cimplicity</i>	141
Figura 4.20 Pantalla de generación de reporte de paros de proceso, <i>Cimplicity</i>	142
Figura 4.21 Pantalla de generación de reporte de Fallas, <i>Cimplicity</i>	143
Figura 4.22 Opción para Exportar el Reporte, <i>Cimplicity</i>	144
Figura 4.23 Archivo Excel Generado por el Reporte, <i>Cimplicity</i>	145
Figura 4.24 Tendencia de Reporte de fallas.	146

ANEXOS

ANEXO A: Scripts de Pantallas

ANEXO B: Tablas de Actividades de Mantenimiento Traslación Demag

ANEXO C: Tablas de Actividades de Mantenimiento Polipastos Demag

ANEXO D: Tabulación de Variables Utilizadas en el Proyecto

ANEXO E: Programa Implementado en el PLC Principal del Over Head de Sellado

ANEXO F: Manual de usuario

ANEXO G: Planos Eléctricos y Estructurales

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La planta Ómnibus BB cuenta con un proceso de pintura de carrocerías de la marca Chevrolet, una parte del mismo consta de un sistema de transporte conformado por nueve cargo buses que poseen un PLC micrologix 1400 marca Allen Bradley y un Adaptador WiFi cada uno. El sistema contiene un PLC principal Logix 5555 para el control del mismo, un Panel View Plus 700 marca Allen Bradley instalado en campo el cual muestra el estado, posición de los cargo buses y averías del sistema, por ende no se cuenta con sistema SCADA instalado en un servidor para poder monitorear el proceso desde la red Ethernet de controladores que posee la planta. Adicional a esto se tiene una comunicación DeviceNet con 6 tableros de mando manual ubicados a lo largo de la instalación y dos tableros que controlan dos mesas de transferencia a la entrada y a la salida del proceso.

En el sistema no se lleva un control minucioso del proceso; es decir no se aprovecha de ninguna manera la información con la que se cuenta en la red Ethernet de controladores.

JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.

Por medio de la implementación del sistema SCADA se busca una evolución en la tecnología industrial para mejorar la visualización de los equipos involucrados en el proceso en tiempo real, monitorear variables vitales durante el proceso, logrando con esto un mejor control del estado del hardware de los equipos.

Al tener toda la información en el Servidor de la red Ethernet se puede procesarla logrando implementar un plan de mantenimiento preventivo con datos estadísticos reales, crear un registro histórico de averías en el proceso productivo para corregirlas por medio de una acción inmediata y un plan de acción futuro con la opción de generar reportes y tendencias periódicamente o cuando el usuario lo necesite; logrando un aumento en la confiabilidad del proceso y la disponibilidad de los equipos.

ALCANCES.

El proceso productivo será presentado a través de pantallas gráficas diseñadas de tal manera que los diagramas mímicos puedan ser identificados por el supervisor de forma sencilla e intuitiva; por medio de la utilización del software de enlace CIMPPLICITY versión 6.1 de la marca General Electric, la utilización del mismo debido a directrices corporativas y convenios entre las representaciones.

Se implementará un plan de mantenimiento preventivo mediante la utilización e interpretación de la base de datos de averías existentes en el sistema creada en MSDE Database Engine; que es una herramienta para la elaboración de base de datos la cual incluye una versión reducida del SQL Server de Microsoft.

Se logrará visualizar y monitorear por medio de una PC tanto el estado de los equipos, variables digitales y averías presentes durante el proceso productivo, así como también reportes estadísticos en relación a los registros que serán grabados en la base de datos; presentados periódicamente o cuando el personal lo requiera; información a la cual se podrá acceder mediante la implementación de un sistema de administración de usuarios que permitirá restringir el acceso a cierta información.

OBJETIVOS.

Generales.

- Diseñar e implementar un sistema SCADA para el proceso Overhead de Sellado en Ómnibus BB.

Específicos.

- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo dirigido hacia los equipos involucrados en el proceso productivo.
- Reducir de manera considerable el tiempo de paro de producción debido a fallas del sistema de control.

- Diseñar e implementar un sistema de administración de usuarios para el control de proceso con la finalidad de monitorear el acceso de control sistema SCADA del proceso.
- Realizar una base de datos creada en MSDE Database Engine; tanto de las averías existentes en el proceso en tiempo, duración y tipo de avería como del tiempo de trabajo de los equipos.

HIPÓTESIS.

Mediante la implementación del sistema SCADA del proceso de transporte de carrocerías Overhead Sellado en Ómnibus BB se obtendrá un incremento en la confiabilidad del proceso de producción mejorando la disponibilidad de equipos a través de la utilización de datos estadísticos de las averías presentes en el proceso con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, por ende disminuyendo el tiempo de paro de producción que es crítico en esta planta.

MARCO METODOLÓGICO.

El método que se ha de utilizar en la elaboración del presente proyecto es el método experimental ya que se ha de realizar pruebas experimentales de: comunicación del PLC principal con el software CIMPLICITY, funcionamiento e incorporación del proyecto con el proceso. También se ha de utilizar el método científico ya que se diseñará la aplicación mediante un conjunto de procesos lógicos que en complemento con el diseño gráfico del SCADA permitirán expresar al usuario la gráfica del proceso.

CAPITULACIÓN

CAPÍTULO I

TÍTULO: SISTEMA SCADA

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Elementos de un sistema SCADA.

- 1.3 Aplicaciones.
- 1.4 Interfaz Hombre-Máquina.
- 1.5 Adquisición de datos.

CAPÍTULO II

TÍTULO: INTERFAZ GRÁFICA HOMBRE-MÁQUINA CIMPLICITY

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Entorno del software.
- 2.3 Ventajas y aplicaciones.

CAPÍTULO III

TÍTULO: DISEÑO DEL SISTEMA SCADA PARA OMNIBUS BB

- 3.1 Identificación y levantamiento de variables.
- 3.2 Enlace y comunicación con el PLC Logix 5555 Allen Bradley.
- 3.3 Diseño gráfico de pantallas del proceso.
- 3.4 Programación de la interfaz gráfica.

CAPÍTULO IV

TÍTULO: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- 4.1 Creación de la base de datos.
- 4.2 Diseño y elaboración del plan de mantenimiento preventivo.
- 4.3 Reportes y tendencias.

AUTOR: DIEGO PAÚL BETANCOURT

**TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL
PROCESO OVERHEAD DE SELLADO EN ÓMNIBUS BB**

DIRECTOR: ING. MARCELO GARCÍA

RESUMEN

El proceso del Over Head de Sellado consta de cinco estaciones: dos de lijado de la carrocería, dos de sellado de las juntas de la carrocería y una de calafateo en donde se aplica una capa de protección abrasiva en la parte inferior de la carrocería. Existen 12 vehículos denominados cargo buses ubicados dentro del circuito cerrado del proceso que son encargados de llevar la carrocería a través de cada una de las estaciones en las cuales permanece un tiempo establecido permitiendo a los operarios que realicen su trabajo. El proceso consta de un método de ayuda visual y auditiva denominado Andon que existe con la finalidad de brindar ayuda de producción a los operarios, informar alarmas del proceso e informar indicadores de calidad, estas llamadas de Andon detienen al cargo bus en la estación en la que fue activado, hasta su desactivación en donde el cargo bus continúa con su recorrido.

El presente trabajo propone la elaboración de un sistema Scada que contempla el monitoreo mediante la visualización en tiempo real del estado de funcionamiento y de falla de los equipos y del proceso por medio de una interfaz gráfica desarrollada en la plataforma de software Cimplicity de GEFanuc, con la posibilidad de generar dos reportes con información diferenciada: de fallas y de paros de proceso por llamados de Andon, ambos programados con filtros de información.

El sistema Scada contiene un plan de mantenimiento preventivo enfocado hacia los polipastos y la unidad de traslación de los 12 cargo buses, siendo su objetivo principal el de comunicar al programador de actividades de mantenimiento por medio de un mensaje desplegado en la pantalla, el equipo al que se le debe realizar una revisión general que contempla una serie de actividades recomendadas por el fabricante.

1 SISTEMA SCADA

1.1 INTRODUCCIÓN

Proviene de las siglas *SCADA* cuyo significado es: *Supervisory Control And Data Acquisition* (Control con Supervisión y Adquisición de Datos): Es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática por medio de un *software* especializado. (Rodríguez, 2007)

El sistema *Scada* Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros usuarios superiores dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.). (Rodríguez, 2007)

1.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA SCADA

El sistema *Scada* posee componentes que aportan en funciones específicas tales como: recopilación de datos, control del sistema, monitoreo y visualización del proceso, etc. Para esto se encuentran divididos en 2 grandes grupos:

1.2.1 HARDWARE

La estructura de *hardware* necesaria para que un sistema *Scada* pueda recopilar datos del proceso en un controlador autómatas; este a su vez envíe la información a través de un sistema de comunicación hacia un sistema central de procesamiento de datos en donde haya la posibilidad de visualizar el proceso por medio de una interfaz hombre-máquina tendrá la siguiente distribución: (Rodríguez, 2007)

1.2.1.1 UNIDAD CENTRAL, MTU¹

Es la encargada de centralizar el control del sistema, puede ser uno o varios servidores de acuerdo a la aplicación o tipo del sistema sobre el cual recae la responsabilidad de comunicarse con la unidad terminal remota y esta a su vez con los dispositivos de campo (Figura 1.1).

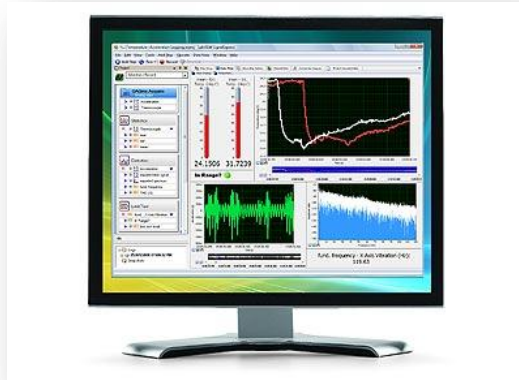


Figura 1.1 Unidad central de un proceso de recolección de datos de temperatura².

Entre las más importante funciones que posee la MTU se encuentran anunciadas a continuación:

- Gestionar las comunicaciones con los dispositivos de campo mediante la implementación de una topología de red a través de puntos de acceso (*Access Point*).
- Gestión y almacenamiento de datos recopilados durante el proceso, posterior a una presentación en tendencias, tabulaciones, gráficos estadísticos, etc. como sea necesario.
- Configuración del entorno de trabajo del *Scada* adaptándolo a la aplicación en la que se requiere.
- Visualización de datos mediante la utilización de diagramas mímicos intuitivos al operador.
- Monitoreo de variables vitales para la correcta operación del proceso emi-

¹ *Sistemas Scada* (Rodríguez, 2007)

² Fuente: <http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-215/lang/en>

tiendo alarmas visuales para contrarrestar la condición identificada.

- Control y mando del proceso mediante programación según necesidades de la aplicación.
- Envío o exportación de información hacia clientes externos que utilizan esta información para optimizar recursos en el proceso.

1.2.1.2 UNIDAD REMOTA³

La unidad remota comprende un conjunto de dispositivos de control, supervisión y registro de datos que se deben vincular a la red de comunicaciones para enviar información hacia la MTU, dentro de estos Dispositivos de control tenemos:

- **Controlador Lógico Programable, PLC:** Estos controladores fueron concebidos para controlar aplicaciones de procesos sin la necesidad de comunicarse y exportar datos de importancia, con la evolución de estos controladores se han ido añadiendo tarjetas de comunicaciones, tarjetas de expansión de entradas-salidas, con la finalidad de complementar la información del proceso (Figura 1.2).



Figura 1.2 PLC *Control Logix 5000* con tarjetas de comunicación, I/O⁴.

- **Dispositivo Electrónico Inteligente, IED:** Son dispositivos electrónicos dispuestos para realizar un control minucioso, específico de un determinado pro-

³ *Sistemas Scada* (Rodríguez, 2007)

⁴ Fuente: http://www.wix.com/imepa_mx/index



ceso manejando una autonomía de decisión, dentro de estos procesos se encuentran integrados: Transductores, variadores de frecuencia, moduladores de onda, procesadores de registro de datos, Controladores de energía reactiva, etc., todo esto con la finalidad de comunicarse mediante un bus de campo.

- **Unidad Terminal Remota, RTU:** Las unidades remotas se encargaban en un principio de recopilar datos de elementos de campo y reenviarlos hacia la MTU. Dentro de su estructura se encuentra ordenadores especiales que controlan directamente el proceso mediante tarjetas de acoplamiento y protocolos de comunicación específicos para cada proceso. Son sistemas más robustos que pueden trabajar en ambientes agresivos, incluso en malas condiciones eléctricas, como variaciones de tensión, transitorios de red, interferencias electromagnéticas.
- **Sistemas Remotos:** Un sistema remoto puede funcionar como sistema autónomo de control con capacidades de visualización, registro de datos, comunicación, seguridad, que pertenece a un sistema global de control ubicado geográficamente en otro sitio del cual depende un control general.

1.2.1.3 SISTEMA DE COMUNICACIONES

La forma en que la información de doble vía será transmitida dentro de la red *Scada*, por el medio físico en el que se realiza el transporte y el lenguaje que se utilice formará parte del sistema de comunicaciones. Los servidores de datos interrogan de manera cíclica a los dispositivos de campo, registrando todo el tiempo cambio de valores en variables, nuevos puntos de consigna ingresados por el operador o mediante recetas. (Rodríguez, 2007)

El sistema debe contar con un protocolo de comunicaciones estandarizado para evitar la incompatibilidad con otros dispositivos, esto es tomado como una ventaja ya que si poseemos el proceso estandarizado lo podemos integrar con cualquier sistema estándar. (Rodríguez, 2007)

1.2.1.3.1 MEDIO FÍSICO DE COMUNICACIÓN⁵

Actualmente, la gran mayoría de las redes están conectadas por algún tipo de cableado, que actúa como medio de transmisión por donde pasan las señales entre los equipos. Hay disponibles una gran cantidad de tipos de cables para cubrir las necesidades y tamaños de las diferentes redes, desde las más pequeñas a las más grandes.

De los medios físicos se diferencia: la capacidad de transmisión, la máxima distancia permisiva de comunicación entre un punto, el principio de transmisión, el costo del medio físico, etc. A continuación algunos tipos de medios físicos:

- **Par trenzado⁶:** Este soporte es basado en hilos de cobre o en algunos de aluminio, de sección relativamente pequeña, inferior a 1 mm de diámetro, vienen en pares de cables trenzados con objetivo de minimizar la interferencia eléctrica y evitar daño en la información, son de colores para ser identificados, protegidos por una cubierta aislante por lo general de PVC (Policloruro de vinilo) como se muestra en la Figura 1.3.

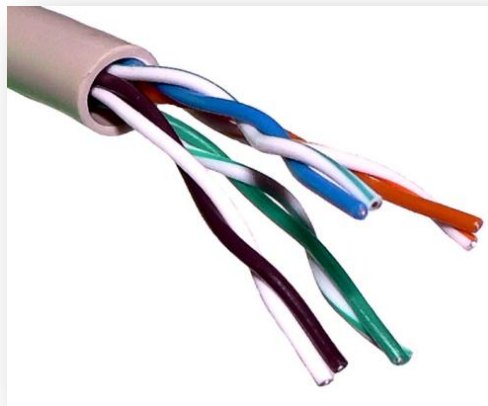


Figura 1.3 Cable UTP CAT 5E par trenzado⁷.

La atenuación o debilitamiento en este tipo de cables es inferior a 10 dB/km para una frecuencia de 100 kHz, entre los tipos se diferencian por la protección que brindan:

⁵ Internet (Galeón, 2011)

⁶ Internet (Eveliux, 2012)

⁷ Fuente: <http://construiryadministrarredcb7711carlos.blogspot.com/2011/04/cable-par-trenzado.html>



- Par trenzado sin blindar: *Unshielded Twisted Pair*, UTP.
- Par trenzado blindado: *Shielded Twisted Pair*, STP.
- Par trenzado protegido contra fuego y agua.

El blindaje de un par trenzado se constituye por una trenza metálica de hilo conductor de cobre estañado el cual a través de su conexión a una buena conexión a tierra garantiza la protección a interferencias electromagnéticas inferiores a 10 MHz. El apantallado es una simplificación del blindaje ya que está constituida por una fina lámina de aluminio y poliéster que protege al cable de interferencias electromagnéticas superiores a 1 MHz el cual también será aterrizado a tierra, como podemos darnos cuenta tanto los cables apantallados como blindados nos brindan sus características garantizando una buena conexión a tierra de lo contrario nos pueden causar un daño al debilitar la señal en lugar de tenerla clara sin interferencias.

Una de las principales características de este tipo de cable es su velocidad de transmisión de hasta 100Mbps a una distancia menor a 1 km sin atenuación de la información, teórica e idealmente.

- **Cable coaxial⁸:** Es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla o blindaje, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto suele estar protegido por una cubierta aislante (Figura 1.4).

⁸ Internet (Eveliux, 2012)

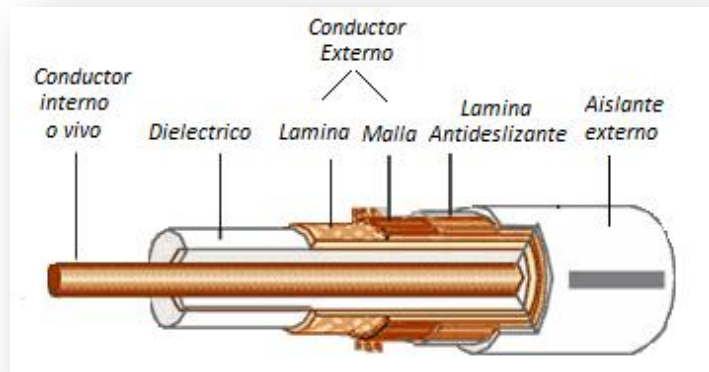


Figura 1.4 Detalle de corte del cable coaxial⁹.

El conductor central puede estar constituido por un alambre sólido o por varios hilos retorcidos de cobre; mientras que el exterior puede ser una malla trenzada, una lámina enrollada o un tubo corrugado de cobre o aluminio. A continuación se describen algunos tipos de cables coaxiales:

- *Cable RG 11*: Es un cable grueso y pesado de 50 ohmios de impedancia, que consta de un conductor central rodeado por 4 capas de blindaje lo que le permite ser empleado en entornos relativamente perturbados, los segmentos máximos serán de 500 m, si se llega a superar esta distancia se implementarán repetidores.
- *Cable RG 58*: Este cable es menos protegido que el anterior y se aplica cuando la protección contra interferencia electromagnética es baja, el cable utilizado es un hilo fino de color marrón no blindado, ofrece menor resistencia al ruido eléctrico, la distancia máxima entre segmentos es de 185 m.
- *Cable RG 59*: La principal aplicación de este cable es en instalaciones de red de televisión, monitoreo en red cerrada de TV, por su robustez y la cantidad de datos permitidos en la comunicación.
- *Cable RG 6*: Este cable es de mayor diámetro que el cable RG 59 y

⁹ Fuente: <http://html.rincondelvago.com/cable-coaxial.html>

considerado para aplicaciones de transmisión a frecuencias más altas.

- **Fibra óptica¹⁰:** La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la *ley de Snell* la cual explica mediante una fórmula el cálculo del ángulo de refracción de la luz al atravesar la superficie de separación entre dos medios de propagación de la luz (o cualquier onda electromagnética) con índice de refracción distinto. La fuente de luz puede ser láser o un diodo emisor de luz, LED.

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio o cable. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión (Figura 1.5).



Figura 1.5 Cables de fibra óptica¹¹.

¹⁰ Internet (Eveliux, 2012)

¹¹ Fuente: http://dragonsystem-web.com/catalog/-c-43_165.html



La fibra óptica se emplea como medio de transmisión para las redes de telecomunicaciones, ya que por su flexibilidad los conductores ópticos pueden agruparse formando cables. Las fibras usadas en este campo son de plástico o de vidrio, y algunas veces de los dos tipos. Para usos interurbanos son de vidrio, por la baja atenuación que tienen.

Para las comunicaciones se emplean fibras multimodo y monomodo, usando las multimodo para distancias cortas (hasta 5000 m) y las monomodo para acoplamientos de larga distancia. Debido a que las fibras monomodo son más sensibles a los empalmes, soldaduras y conectores, las fibras y los componentes de éstas son de mayor costo que los de las fibras multimodo.

Características de la fibra óptica:

- Cobertura más resistente: La cubierta contiene un 25% más material que las cubiertas convencionales.
- Uso dual (interior y exterior): La resistencia al agua y emisiones ultravioleta, la cubierta resistente y el funcionamiento ambiental extendido de la fibra óptica contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida de la fibra.
- Mayor protección en lugares húmedos: Se combate la intrusión de la humedad en el interior de la fibra con múltiples capas de protección alrededor de ésta, lo que proporciona a la fibra, una mayor vida útil y confiabilidad en lugares húmedos.
- Empaquetado de alta densidad: Con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una más rápida y más fácil instalación, donde el cable debe enfrentar dobleces agudos y espacios estrechos. Se ha llegado a conseguir un cable con 72 fibras de construcción súper densa cuyo diámetro es un 50% menor al de los cables convencionales.

Tipos de Fibra óptica

- **Fibra Multimodo:** Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 5 km; es simple de diseñar y económico (Figura 1.6).

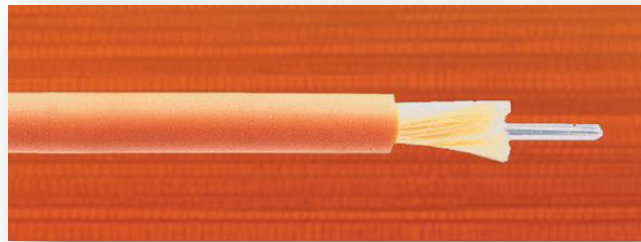


Figura 1.6 Fibra óptica multimodo¹².

El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo:

- **Índice escalonado:** en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal.
- **Índice gradual:** mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales.

¹² <http://www.fibraopticahoy.com/cables-de-fibra-optica-multimodo/>

- **Fibra Monomodo:** Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra (Figura 1.7). A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gb/s).

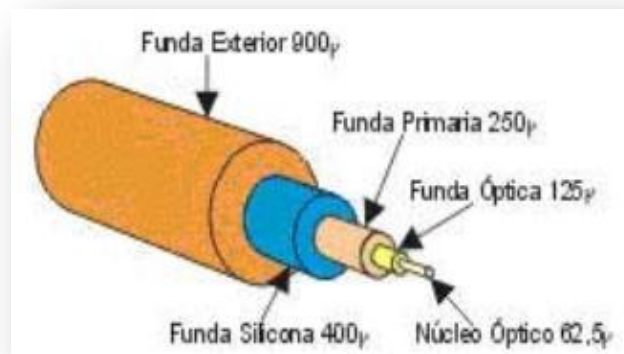


Figura 1.7 Fibra óptica monomodo¹³.

1.2.1.3.2 REDES¹⁴

A continuación se detalla las características de las redes que utiliza *Rockwell Automation* (*Allen Bradley*) para sus aplicaciones:

- **DeviceNet:** Esta red es una solución simple que reduce el costo y tiempo requerido para conectar e instalar dispositivos de automatización industrial, y que proporciona intercambiabilidad de los componentes de múltiples proveedores.

Basada en la tecnología de *Controller Area Network*, CAN, la red *DeviceNet* es una solución rentable para redes de bajo nivel de dispositivos industriales y

¹³ Fuente: <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpyuZlyEAFDoGCgcJJ.php>

¹⁴ *NetLinx Selection Guide* (Allen Bradley Rockwell Automation, 2009)

una manera eficaz de facilitar el acceso a la información presente en los dispositivos.

Una red *DeviceNet* le permite conectar dispositivos directamente a los controladores de planta sin cableado físico de cada dispositivo en un módulo de Entradas/Salidas, E/S.

El uso de una red *DeviceNet* ayuda a:

- Reducir el cableado y los costos de instalación.
- Reducir el tiempo de inicio.
- Reducir significativamente el tiempo de inactividad y el costo total de propiedad con la ayuda del diagnóstico.
- Soporte de aplicaciones estándar y de seguridad en el mismo cable.
- Beneficiarse de una red abierta.
- Controlar, configurar y recopilar datos sobre una única red.

Topología de la Red *DeviceNet*: La red *DeviceNet* permite la implementación de una línea principal y líneas en derivación con la opción de aumentar en estas líneas de derivación ramales de nodos hasta un máximo de 6 metros desde la línea principal (Figura 1.8).

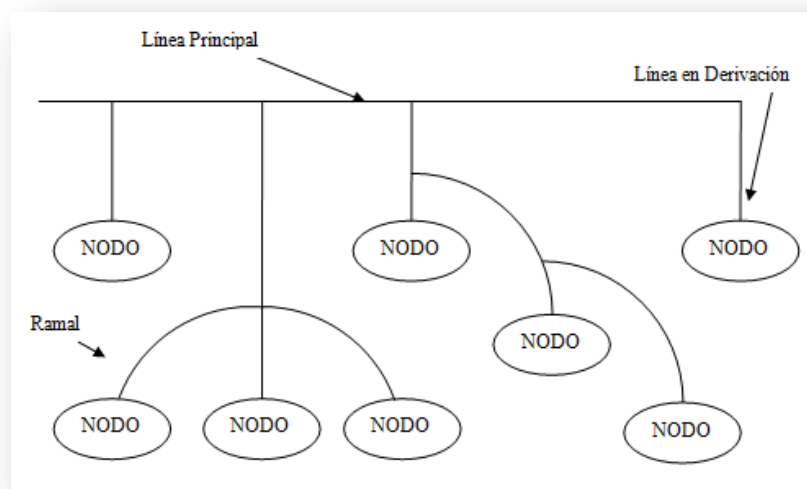


Figura 1.8 Topología de red de un sistema *DeviceNet*.
(Rockwell Automation, 2009)

Para la red *DeviceNet*, se tendrá que considerar la distancia de la línea troncal, la derivación, la distancia total de todas las derivaciones en la red. La velocidad de datos y el tipo de cable de la línea principal que elija también afecta a las máximas distancias alcanzables en la red (Tabla 1.1). En la Tabla 1.2 se muestra algunas de las características de la red *DeviceNet*.

Tabla 1.1 Distancias máximas de velocidad de transmisión de datos *DeviceNet*.
(Rockwell Automation, 2009)

Velocidad de datos	Distancia máx. cable plano (m)	Distancia máx. cable grueso (m)	Distancia máx. cable delgado (m)	Caída acumulada de longitud de línea (m)
125 Kbps	420	500	100	156
250 Kbps	200	250	100	78
500 Kbps	75	100	100	39

Tabla 1.2 Características Red *DeviceNet*.
(Rockwell Automation, 2009)

	RED DeviceNet
Función	Conecta dispositivos de bajo nivel directamente a los controladores de planta - sin interfaz a través de módulos I / O.
Dispositivos de Red típicos	Sensores, arrancadores de motor, drivers, equipos, botones, HMI de gama baja, lectores de códigos de barras, procesadores PLC, válvulas.
Repetición de datos	Pequeños paquetes, los datos enviados según sea necesario
Número de nodos (máx.)	64 lógicos
Velocidad de transferencia de datos	500, 250 o 125 Kbps
Proveedores de dispositivos	Abierto

Como podemos observar en la Tabla 1.2 cada red *DeviceNet* soporta hasta 64 nodos, el *Scanner* principal utiliza un nodo, otro es reservado por default dejando 62 nodos disponibles para los dispositivos.



- **ControlNet:** La red *ControlNet* es una red de control en tiempo real que ofrece una alta velocidad de transporte en tiempos críticos los datos de E/S el enclavamiento y mensajes de datos, incluidos los de carga / descarga de la programación y los datos de configuración en un solo enlace de medios físicos. Tiene la capacidad de transferencia de datos de alta eficiencia y por lo cual mejora significativamente el rendimiento de E/S. Es altamente determinista y repetible y no se afecta por el estado de conexión de los dispositivos de la red, mantiene una conexión segura, fiable, sincronizada y coordinada en tiempo real.

La red *ControlNet* es la más utilizada como:

- Red definida por defecto para la plataforma *Control Logix*.
- Sustitución / reemplazo de las E/S remotas universales, RIO de la red, porque *ControlNet* maneja un gran número de puntos de E/S.
- Cumple como red principal a múltiples redes *DeviceNet* distribuidas.
- La comunicación de red es entre pares.
- Alta velocidad de E/S de red.

Las opciones de instalación de la red *ControlNet* son flexibles e incluyen:

- Los medios de comunicación de fibra óptica para el aislamiento del ruido y las distancias de hasta 20 km.
- La opción de anillo de fibra para la flexibilidad adicional de la topología.
- Los medios de comunicación redundantes opción para ayudar a asegurar que un sistema puede mantener la operación durante una condición de falla en el cable.
- La opción de seguridad intrínseca permite la instalación de una red *ControlNet* en lugares peligrosos, explosivos.
- IP67¹⁵ para instalación de cumplimiento de las normas.

¹⁵ Grado de protección contra inmersión bajo 1 m durante 30 minutos, protección contra partículas sólidas.

Topología de la red *ControlNet*: La red *ControlNet* es compatible con una variedad de topologías, incluyendo línea principal / línea de derivación, estrella, árbol, y el anillo. En su forma más simple, la red *ControlNet* es una línea principal, que conecta los nodos con un *tap* y una derivación 1 m (Figura 1.9). Los repetidores son necesarios para crear otras topologías, como estrella o anillo (Figura 1.10).

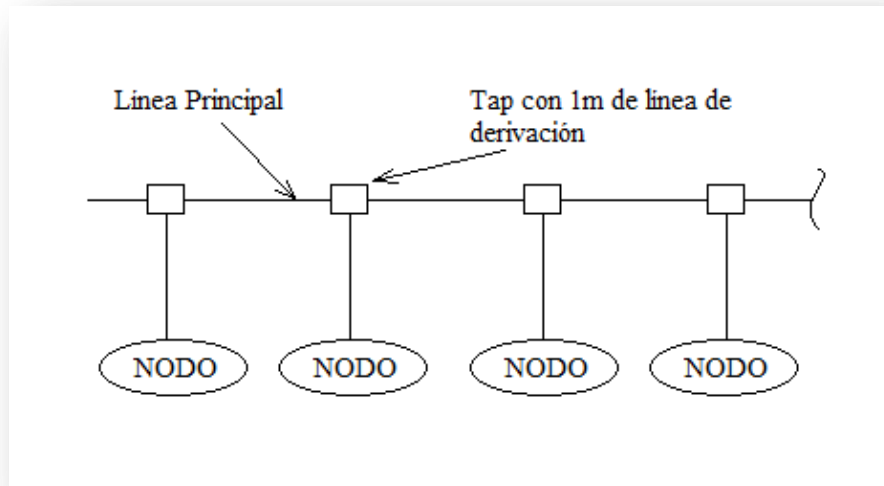


Figura 1.9 Sistema *ControlNet* con topología en derivación de la línea principal.
(Rockwell Automation, 2009)

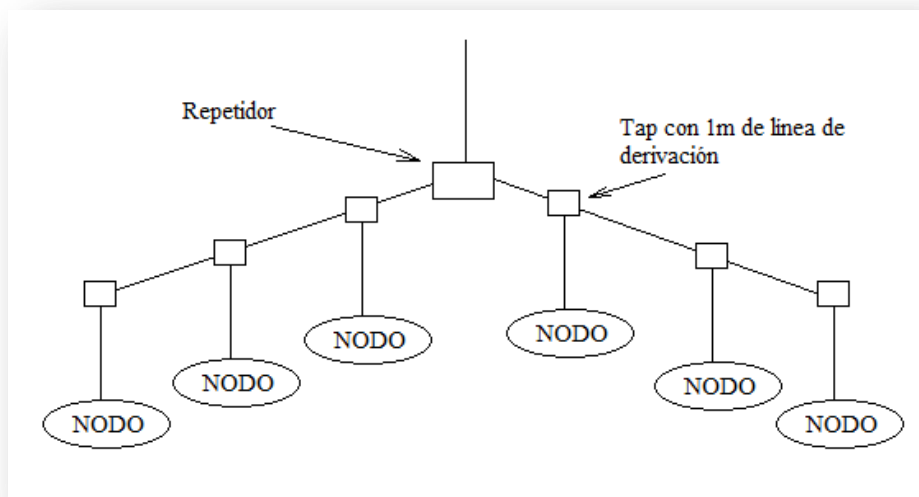


Figura 1.10 Sistema *ControlNet* con topología en estrella.
(Rockwell Automation, 2009)

Cada red *ControlNet* soporta hasta 99 nodos. El escáner maestro utiliza un nodo. Algunos controladores de *Rockwell Automation* soportan múltiples redes *ControlNet*, que le da la flexibilidad de agregar más nodos a la red *ControlNet*, o para aumentar el rendimiento.

En una red *ControlNet*, la distancia máxima depende del número de nodos de la red, por lo general se utiliza repetidores para añadir más nodos o ganar más distancia. En el siguiente gráfico se determina si son necesarios implementar repetidores de acuerdo al número de nodos y distancia (Figura 1.11).

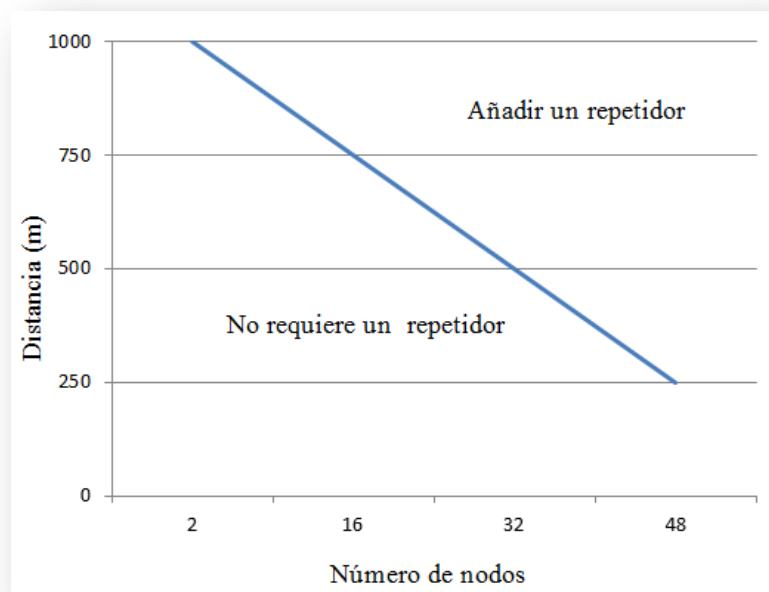


Figura 1.11 Limitación de nodos en función de distancia en una red *ControlNet*.
(Rockwell Automation, 2009)

El número de conexiones disponibles es otro factor que se debe considerar al determinar la capacidad en una red *ControlNet*. Las conexiones son una medida del número de dispositivos con los que un controlador o una tarjeta de comunicación se pueden comunicar. La conexión establece un vínculo de comunicación entre estos dos dispositivos. Las conexiones pueden ser:

- Controlador de E/S locales o módulos de módulos de comunicación locales.



- Mando a distancia de módulos de comunicación de E/S o remoto.
- El controlador de E/S remotas (*rack* optimizado) módulos.

Se determina indirectamente el número de conexiones que utiliza el controlador para comunicarse con otros dispositivos en el sistema. La arquitectura de las conexiones es única para la red *ControlNet*. Una conexión programada le permite enviar y recibir datos repetidamente a un intervalo predeterminado. Este intervalo se conoce como el intervalo entre paquetes solicitados. Por ejemplo, una conexión a un módulo de E/S es una conexión programada porque el controlador en repetidas ocasiones recibe los datos desde el módulo a un intervalo especificado.

La conexión que se realiza es una transferencia de mensaje entre controladores y E/S que se desencadena por el programa con una instrucción MSG. La mensajería no programada le permite enviar y recibir datos cuando sea necesario.

En la Tabla 1.3 se muestra algunas de las características de la red *ControlNet*.

Tabla 1.3 Características Red *ControlNet*.
(Rockwell Automation, 2009)

	RED ControlNet
Función	Soporta transmisión datos entre el PLC, procesadores y dispositivos de E/S en tiempo crítico.
Dispositivos de Red típicos	Procesadores PLC, E/S del chasis, HMI, ordenadores, drivers, robots, sensores, arrancadores de motor.
Repetición de datos	Paquetes de tamaño mediano, las transmisiones de datos son deterministas y repetibles
Número de nodos (máx.)	99
Velocidad de transferencia de datos	5Mbps
Proveedores de dispositivos	Abierto



- **EtherNet/IP:** La red *EtherNet/IP* ofrece un conjunto completo de control, configuración y servicios de recolección de datos por capas el protocolo industrial común en los protocolos estándar utilizados por la Internet (TCP/IP y UDP). *EtherNet/IP* utiliza el protocolo TCP/IP para la mensajería en general/servicios de intercambio de información y UDP/IP de E/S de los servicios de mensajería para aplicaciones de control.

La aplicación del protocolo seguro como *Control Information protocol*, CIP, permite la transmisión simultánea de datos de seguridad y de control estándar y la información de diagnóstico más común en la red *EtherNet/IP*.

La red *EtherNet/IP* es la más utilizada en estos tipos de configuraciones:

- Como una solución económica para la conexión de varios ordenadores.
- La mejor opción cuando se desea conectar muchos dispositivos.
- Como el estándar de red para la conectividad con los sistemas empresariales.
- La opción menos costosa HMI cuando se usa con terminales *Panel View Plus*.
- En una topología en estrella cuando los nodos están agrupados muy juntos.

Una red *EtherNet / IP*:

- Permite la configuración, la recolección de datos y control en una sola red de alta velocidad.
- Ofrece la empresa a la integración con la planta de producción.
- Soporta aplicaciones de tiempo crítico.
- Contribuye a la seguridad, el movimiento, las unidades de E/S, y las aplicaciones de sincronización de tiempo.

Topología *EtherNet*: Las opciones de topologías son estrella, multipunto, conexión en cadena y anillo para soportar mejor la aplicación. La topología en estrella utiliza un interruptor o una serie de interruptores conectados entre sí, con conexiones punto a punto desde cada dispositivo a un interruptor (Figura 1.12).

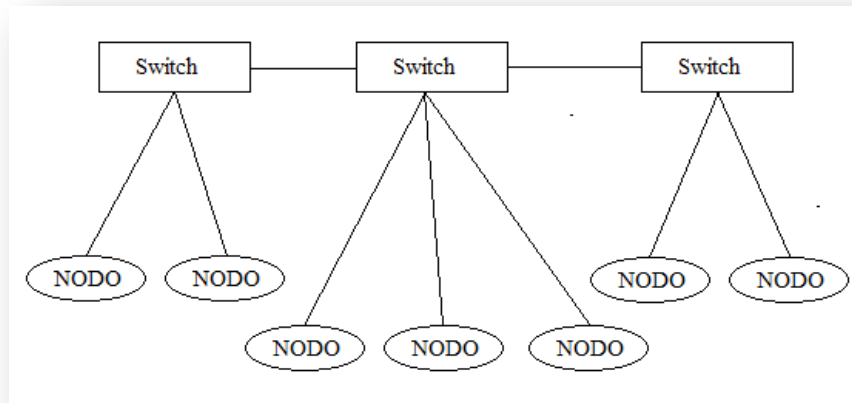


Figura 1.12 Topología en estrella en una red *EtherNet/IP*.
(Rockwell Automation, 2009)

Cuando se realice el diseño de una red *EtherNet/IP* se debe tomar en consideración dos puntos importantes:

Las opciones de distancia varían ampliamente dependiendo del medio físico que se utiliza ya que si usamos un cable UTP Categoría 5e se podrá tener una distancia máxima entre un *switch* y un nodo de 100 m

El número de conexiones disponibles es otro factor que debe considerar al determinar la capacidad de una red *EtherNet/IP*. Las conexiones son una medida del número de dispositivos con los que un controlador o una tarjeta de comunicación se comunican. La conexión se establece un vínculo de comunicación entre dos dispositivos. Las conexiones pueden ser:

- Controlador de E/S locales o módulos de módulos de comunicación



locales.

- Mando a distancia de módulos de comunicación de E/S o remoto.
- El controlador de E/S remotas (*rack* optimizado) módulos.

En la Tabla 1.4 se muestra algunas de las características de la red *Ethernet/IP*.

Tabla 1.4 Características Red *EtherNet/IP*.
(Rockwell Automation, 2009)

	RED Ethernet/IP
Función	Sistema de gestión de la planta en el vínculo (manipulación de materiales), la configuración, la recolección de datos y control en una red de alta velocidad.
Dispositivos de Red típicos	Ordenadores centrales, procesadores PLC, robots, HMI, E/S y adaptadores de E/S, drivers
Repetición de datos	Grandes paquetes de datos enviados regularmente
Número de nodos (máx.)	no tiene límites
Velocidad de transferencia de datos	10 Mbps, 100 Mbps
Proveedores de dispositivos	Abierto

1.2.1.3.3 TOPOLOGÍAS DE RED¹⁶

Es una cadena de comunicación usada por los nodos que conforman una red para comunicarse, es decir es el diseño de la estructura, las características físicas de conexión entre nodos, la distancia entre los nodos, las interconexiones físicas, las tasas de transmisión y los tipos de señales no pertenecen a la topología de la red, aunque pueden verse afectados por la misma.

Tipos de topologías de red:

¹⁶ Internet (Tripod, 2011)

- **Red Estrella:** La transferencia de información generalmente es efectuada punto a punto, pero también es posible la conexión multipunto. Se conectan todos los nodos de la red a un nodo central por ejemplo un *switch* el cual va a comunicarse con cada uno de los nodos los cuales mandan información de retorno, si un nodo se aísla de la red, la misma permanece intacta sin sufrir daños, pero es vulnerable fallo de toda la red al tener un daño en el *switch* o nodo central (Figura 1.13).

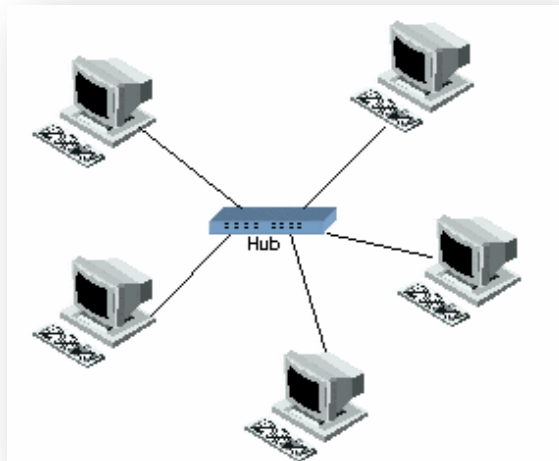


Figura 1.13 Diagrama representativo de una red estrella¹⁷.

Ventajas:

- Se puede aislar un nodo de la red sin que toda la red sufra daño alguno y no pierda comunicación con el resto de nodos.
- Debido a que sea un sistema centralizado presenta una ventaja a nivel de gestión en incremento de la topología, en costo e infraestructura.

Desventajas:

- No es un sistema flexible ya que limita el crecimiento de la red en número de nodos lo cual es definido por la capacidad del nodo central, y se deberá emplear una conexión extra por cada nodo.

¹⁷ Fuente: <http://eveinliana.blogspot.com/>

- Al ser un sistema centralizado la consecuencia de fallo del nodo central es grande ya que afecta a toda la red, lo cual reduce la confiabilidad del sistema.
 - La cantidad de tráfico que deberá soportar es grande y esta aumentará conforme al incremento de nodos periféricos, lo cual lo vuelve limitada al incremento de la red.
-
- **Red Bus:** En esta arquitectura el conjunto de las estaciones está conectado a un enlace físico (Figura 1.14), un ramal de esta configuración puede ser arborescente (Figura 1.15), los buses tienen una ventaja que deriva de la existencia de terminadores que cierran el cable de los extremos y hacen desaparecer la señal del soporte. No hay que preocuparse de eliminar la señal ya que desaparece automáticamente en los extremos.

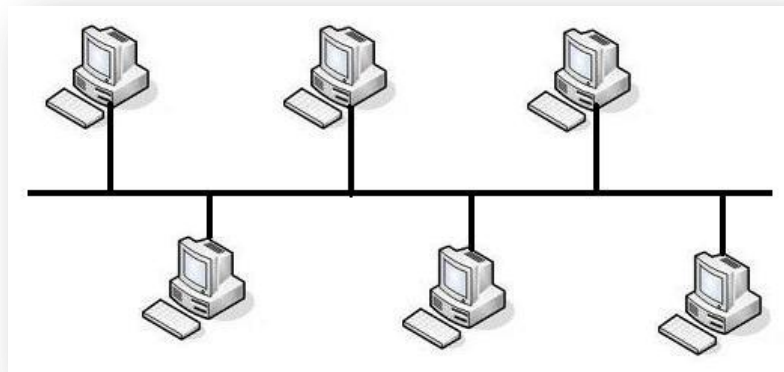


Figura 1.14 Diagrama representativo de una red bus.
(Tripod, 2011)

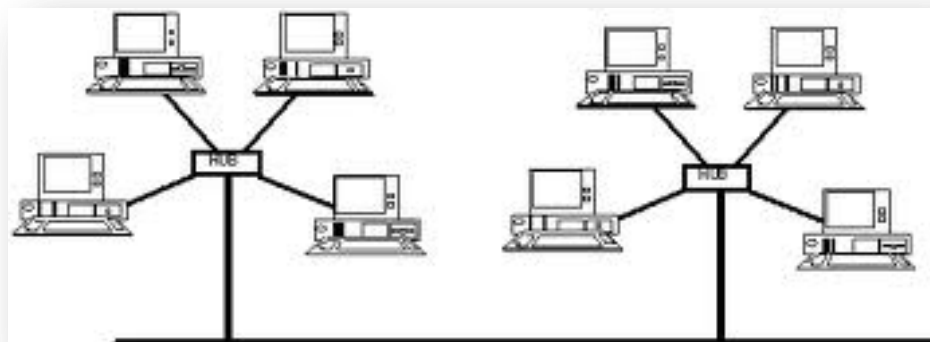


Figura 1.15 Diagrama representativo de una red bus con derivación arborescente.
(Tripod, 2011)

La topología de bus permite que todos los dispositivos de la red puedan ver todas las señales de todos los demás dispositivos, lo que puede ser ventajoso si desea que todos los dispositivos obtengan esta información. Sin embargo, puede representar una desventaja, ya que es común que se produzcan problemas de tráfico y colisiones, que se pueden paliar segmentando la red en varias partes.

- **Red Árbol:** También conocida como topología jerárquica puede ser vista como una colección de redes en estrella ordenadas en una jerarquía. Éste árbol tiene nodos periféricos individuales que requieren transmitir desde y hacia otro nodo solamente y no necesitan actuar como repetidores o regeneradores. Al contrario que en las redes en estrella, la función del nodo central se puede distribuir (Figura 1.16).



Figura 1.16 Diagrama representativo de una red árbol¹⁸.

Como en las redes en estrella convencionales, los nodos individuales pueden quedar aislados de la red por un fallo puntual en la ruta de conexión del nodo. Si falla un enlace que conecta con un nodo hoja, ese nodo hoja queda aislado; si falla un enlace con un nodo que no sea hoja, la sección entera queda aislada del resto.

¹⁸ Fuente: <http://uso-correcto-del-internet.blogspot.com/>

Para aliviar la cantidad de tráfico de red que se necesita para retransmitir todo a todos los nodos, se desarrollaron nodos centrales más avanzados que permiten mantener un listado de las identidades de los diferentes sistemas conectados a la red.

- **Red Anillo:** En esta configuración, el soporte conecta todas las estaciones de manera que forma un circuito en bucle, la información circula en una sola dirección a lo largo del soporte de transmisión. No obstante se puede realizar una red bidireccional utilizando dos anillos, donde las transmisiones se efectúan en sentidos opuestos (Figura 1.17).

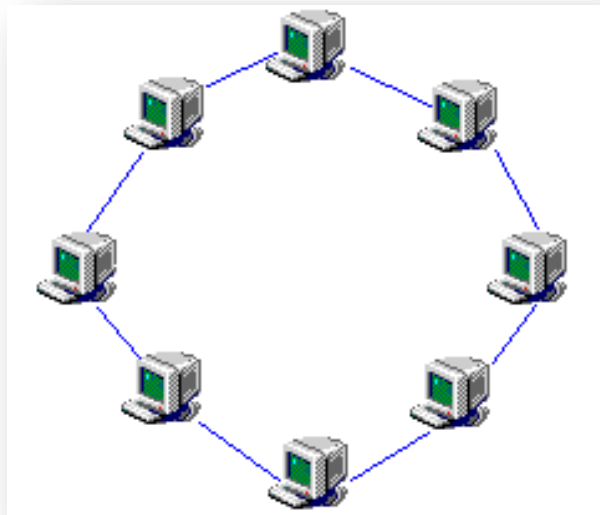


Figura 1.17 Diagrama representativo de una red anillo¹⁹.

El problema de confiabilidad en este tipo de arquitectura se debe a la ruptura del anillo a la caída de un nodo activo lo cual paraliza el tráfico de la red, una opción para contrarrestar este problema es la implementación de un segundo anillo reforzando la seguridad a nivel físico.

¹⁹ Fuente: <http://almasprotestantes.blogspot.com/2009/09/red-en-anillo.html>

1.2.2 SOFTWARE²⁰

Dentro del *Master Terminal Unit* se encuentra relacionado el *software* el cual será encargado de realizar todas las funciones mencionadas en la unidad central, entonces será instalado en la unidad central y estará encargado de comunicarse con otras aplicaciones hacia arriba con elementos de gestión de datos, hacia abajo con elementos de campo. Este *software* debe tener la capacidad de manejar varios protocolos de comunicación ya que se tendrá dentro de la red varios dispositivos que probablemente se comunicarán en distintas lenguajes.

En el programa *Scada* Se tienen dos partes bien identificados, el programa de desarrollo y el Programa *Run-Time* para estas dos se venderán las licencias del *software* según especificaciones del proveedor.

- En el programa de desarrollo es en donde se realizará la programación de la aplicación: pantallas, sistemas de visualización, administración de usuarios, sistemas de gestión de datos, alarmas, etc. Se tendrá la capacidad de modificar la o las aplicaciones según las necesidades es decir no se tendrá limitaciones en el alcance del *software*.
- En el Programa *Run-Time* será en donde se ejecutará la programación creada con el programa de desarrollo.

1.2.2.1 OPC

OLE para Control de Procesos, también conocido como OPC, es un mecanismo de comunicación estándar creado por algunas compañías de control de proceso en consorcio con Microsoft para resolver este problema de interoperabilidad. El estándar OPC permite el intercambio de información en tiempo real entre clientes de PC que cuentan con sistemas operativos de Microsoft. (National Instruments, 2012)

²⁰ *Sistemas Scada* (Rodríguez, 2007).



- **OPC Server:** Esta es una aplicación que realiza la adquisición de datos de los dispositivos de campo y que sirven para ser utilizados por aplicaciones que consulten estos datos (*OPC Client*). (Rodríguez, 2007)
- **OPC Client:** Es una aplicación que utiliza los datos adquiridos de cualquier proceso de se comunique en cualquier lenguaje, los clientes OPC se comunican directamente con el servidor OPC que manejan el mismo lenguaje. (Rodríguez, 2007)

1.3 APLICACIONES Y PRESTACIONES²¹

Un sistema *Scada* se encuentra encaminado como una herramienta que proporciona comunicación lo más clara y segura como sea posible, entre las prestaciones de esta herramienta se encuentran:

- Permite el monitoreo del proceso en tiempo real de cualquier tipo de dato vinculado al proceso y al sistema *Scada*, sin importar distancias ni accesibilidad.
- Se puede realizar la supervisión de variables con la capacidad de programar toma de decisiones en base a los cambios del proceso evitando la presencia continua de un supervisor, afianzando aún más el proceso productivo.
- Permite el registro y almacenamiento del valor de variables que cambian continuamente, esto para realizar tendencias, cuadros explicativos, etc.
- Logramos una mejor administración del sistema de alarmas al centralizar toda la información del proceso registrando tiempo de duración, hora de inicio, sistema de reconocimiento de eventos por parte del operador, toma de decisiones.
- Posibilidad de habilitar control y mando manual desde el servidor para operar remotamente los actuadores del proceso, ingreso de puntos de consigna, modificación de parámetros.
- Permite programar procesos y recetas que serán realizadas por el supervisor por ejemplo: puede programar varias variables al dar un *clic* del mouse en

²¹ *Sistemas Scada* (Rodríguez, 2007).



una receta de producción en donde cada valor será guardado en las variables correspondientes.

- Todo el sistema de control, adquisición de datos, monitoreo y supervisión dependen de una comunicación la cual debe ser lo más clara y segura como sea posible y para esto se debe garantizarla de manera que no se tenga alteraciones en la información compartida y esta sea verdadera, en conjunto con el aseguramiento de la información se debe implementar un control de accesos pertinente el cual nos permita administrar esta información de una manera apropiada, monitoreando el acceso de usuarios, cuentas de supervisores, etc.
- El lenguaje de programación es de alto nivel en el cual podemos realizar todo tipo de operaciones y optimizar las utilidades del sistema.

1.3.1 OBJETIVOS²²

Un sistema *Scada* permite cierta evolución en un proceso productivo y entre los principales objetivos tenemos:

- Evitar pérdidas de tiempo al realizar revisiones físicas innecesarias de parámetros que al final implican pérdidas de dinero, optimizando la revisión periódica mediante un servidor.
- Maximizar la accesibilidad al proceso, en parámetros y control de forma remota con la incorporación de variables para optimizar la toma de decisiones del proceso.
- Lograr una disposición de información para que usuarios de distintas áreas no especializados puedan consultar datos referentes a su área que ayuden a optimizar las operaciones del negocio. También se refiere a la implementación de planes de mantenimiento preventivo sobre las máquinas o actuadores del proceso para aumentar la disponibilidad de estos.
- Afianzar la comunicación entre el usuario u operador con el proceso mediante la utilización de un lenguaje de comunicación amigable e intuitivo, con esto logramos un mayor interés y compromiso de la gente.

²² *Sistemas Scada* (Rodríguez, 2007).

- Incrementar la productividad de cada equipo perteneciente al proceso mediante la elaboración de reportes estadísticos, gráficas, cuadros de respuesta, etc.
- Facilitar la adaptabilidad a cualquier cambio o modificación en el sistema de visualización puesto que no se necesita realizar ningún cambio en hardware para incrementar o disminuir gráficos, pantallas, variables, etc.

1.3.2 VENTAJAS²³

Entre las ventajas que presentan el sistema automatizado y *Scada* no solamente en la supervisión, control y adquisición de datos tenemos:

- La flexibilidad de los autómatas que controlan el proceso permiten la ampliación según las necesidades y no son una limitación para el crecimiento de la producción.
- La compatibilidad de los sensores y actuadores permiten la integración de todo tipo de proceso existente mediante tarjetas de adquisición de datos (transductores).
- Los autómatas pueden trabajar en ambientes agresivos en condiciones adversas lo cual proporciona robustez y confiabilidad en el sistema.
- Gracias a los sistemas de reconocimiento de alarmas se consigue una localización de errores lo cual nos ayuda a disminuir el tiempo de paro del proceso.
- Complementa información para la elaboración de planes de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo en las máquinas involucradas alargando de cierta manera su vida útil.
- Los programas de control pueden documentarse de manera que los operarios puedan interpretarlos con la ayuda además de un manual de operador el cual nos da la pauta del funcionamiento del sistema.
- La tecnología *web* permite el acceso al sistema desde cualquier punto del mundo con una conexión a *internet*.
- Los sistemas de comunicación que se utiliza son estandarizados por ende se

²³ *Sistemas Scada* (Rodríguez, 2007).

puede integrar cualquier proceso.

1.4 INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA, HMI²⁴

Comprende la representación de los datos de un proceso que permite la visualización a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso (máquina). Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en el ordenador, Controlador Lógico Programable, PLC, Unidad Terminal Remota, RTU, etc., todos estos deben manejar un lenguaje comprendido por el HMI (Figura 1.18).

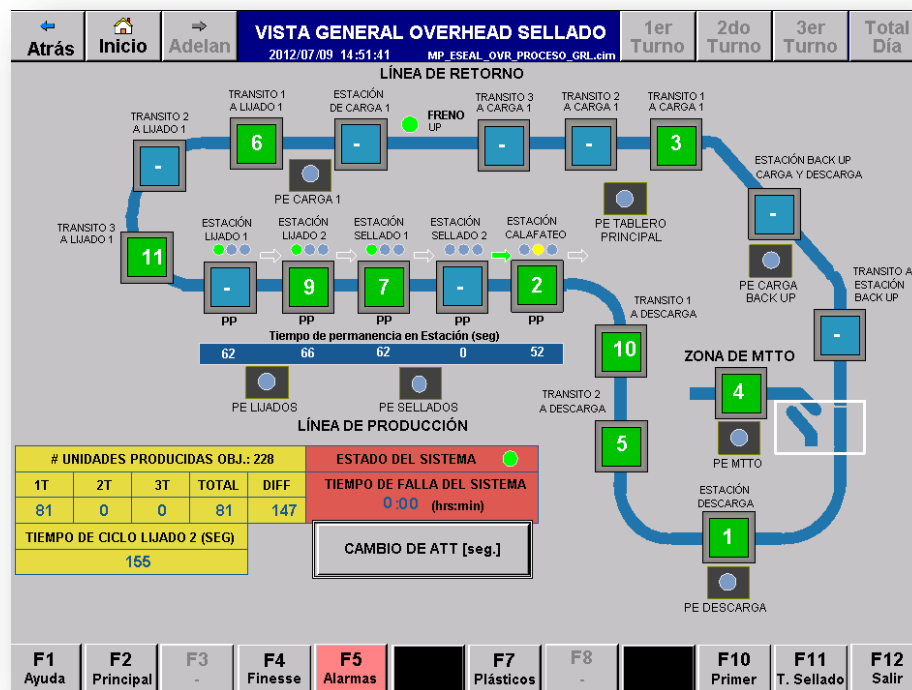


Figura 1.18 Pantalla Vista general de los *cargo buses*²⁵ en el proceso.
(Propia Autoría)

²⁴ *Sistemas Scada* (Rodríguez, 2007).

²⁵ Vehículo compuesto de estructura metálica y componentes eléctricos –polipastos y motor de tracción– utilizados para transportar la carrocería.



1.5 ADQUISIÓN DE DATOS

Una de las prestaciones de un sistema *Scada* es la presentación de informes, tendencias, gráficos comparativos, para esto es necesario crear una base de datos en donde se almacene la información necesaria para generar este tipo de reportes en función del tiempo. (Rodríguez, 2007)

La aparición de las bases de datos jerárquicas permite ordenar los elementos por jerarquías, en las cuales un tipo de datos consiste en un subconjunto de otro tipo de datos más genérico. Este modelo está limitado a prestaciones si queremos acceder por ejemplo a variables pertenecientes a distintos grupos de datos situados en diferentes niveles del esquema de variables. (Rodríguez, 2007)

Surgen entonces las bases de datos de red, capaces de interpretar las relaciones más complejas entre los diversos tipos de variables que aparecen. Los programas de todas formas necesitan conocer la manera de acceder a los datos dentro de estas estructuras. (Rodríguez, 2007)

1.5.1 BASES DE DATOS RELACIONALES

Este tipo de base de datos permite reflejar estructuras de datos, independientemente del tipo de programas que accede a los datos o de la estructura de estos. (Rodríguez, 2007)

Una base de datos relacional no es más que un conjunto de tablas de datos que contiene campos que sirven de nexo y que permiten múltiples combinaciones las cuales son ilimitadas, solo se deberá configurar el método de búsqueda o el tipo de datos que se quiere consultar y aplicarlo a los datos. (Rodríguez, 2007)

Este tipo de organización permite la aparición de las arquitecturas del tipo Cliente-Servidor, simplificando la administración de los datos y los programas que trabajan con éstos. (Rodríguez, 2007)

1.5.2 BASES DE DATOS INDUSTRIALES

Estas base de datos exige una gran capacidad de almacenamiento ya que se cuenta con procesos con la necesidad de almacenar miles de variables y que tendrán registros cada segundo, las cuales a la vez podrán ser consultadas por los clientes registrados en cualquier momento y filtrando la información requerida de acuerdo a sus necesidades, estas recetas o filtros de información se podrán programar en scripts que presentaran esta información de manera más amigable con el usuario a través de informes o reportes. (Rodríguez, 2007)

2 INTERFAZ GRÁFICA HOMBRE-MÁQUINA CIMPLICITY

2.1 INTRODUCCIÓN⁵¹

Cimplicity se basa en una arquitectura cliente-servidor que consta de servidores y visualizadores. Los servidores son responsables de la recolección y distribución de datos. Los visualizadores se conectan con los servidores y tienen acceso total a los datos recogidos para las acciones de visualización y control. Los servidores y los visualizadores pueden ser fácilmente conectados en red para compartir datos de manera transparente sin necesidad de replicar su base de datos de punto de nodo a nodo.

A diferentes niveles del sistema el *Cimplicity* posee sus funciones bien definidas y distribuidas por capas dentro del entorno del sistema a continuación en la Figura 2.1 se muestra los niveles.

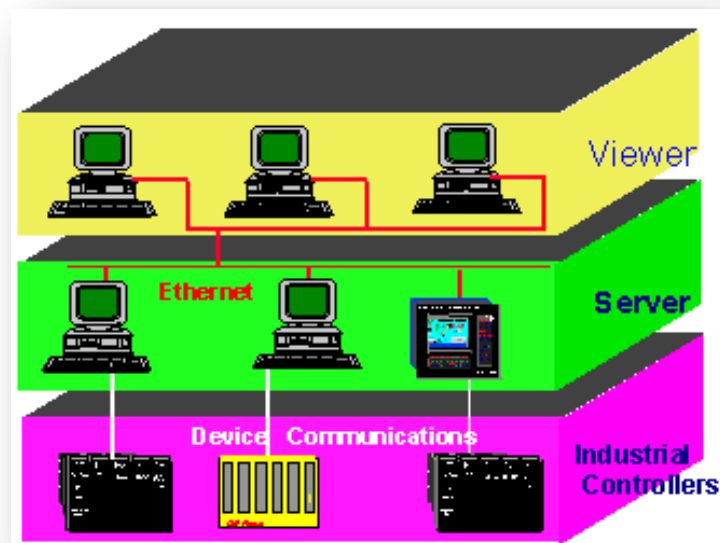


Figura 2.1 Niveles de operación del *Cimplicity*.

(GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)

Por ejemplo, los puntos se configuran una vez y sólo una vez en un servidor. Las

⁵¹ *Cimplicity Plant Edition-Getting Started Guide* (GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)



pantallas pueden ser desarrolladas y almacenadas en una sola ubicación de la red y acceder a cualquier monitor *Cimplicity* en la red.

Los servidores pueden tener licencia para recoger datos de, por ejemplo, 75, 150, 300, 700, 1500 o un número ilimitado de puntos de dispositivo. Quedan exentos de la cantidad de puntos los puntos virtuales, que residen únicamente en el equipo y los puntos recogidos por otro servidor. Esta arquitectura de números de E/S satisface a los clientes con pequeños sistemas de un único nodo, y *Cimplicity* cuenta de una fuerte arquitectura cliente-servidor para los sistemas multi-nodo.

Cimplicity ofrece la flexibilidad para construir un sistema más amplio a través de múltiples nodos más pequeños sin que te obligue a comprar *hardware* de servidor grande y caro para dar servicio a varios usuarios.

2.2 ENTORNO DEL SOFTWARE

El *software Cimplicity* es escalable desde una interfaz hombre-máquina a un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (*Scada*). Las capacidades de red inherentes a todos los niveles dentro de la línea de productos le permiten alcanzar niveles de integración, que prácticamente eliminan la configuración redundante dentro de una red. (GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)

2.2.1 WORKBENCH⁵²

Es el área de trabajo del proyecto que estamos realizando, en donde se habilitan las diferentes funciones del *Cimplicity* de acuerdo a los requisitos del proyecto y con las limitaciones que posee la licencia adquirida por el usuario. Todas estas funciones del *Cimplicity* son administradas en el *Workbench* en donde podremos desde crear una variable pasando por la edición de una pantalla hasta la habilitación del visualizador de alarmas, tablas de registro de datos, sistema de administración de usuarios, etc.

⁵² *Introduction to Cimplicity HMI* (GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)

En la Figura 2.2 se muestra cada herramienta que posee el *Workbench*:

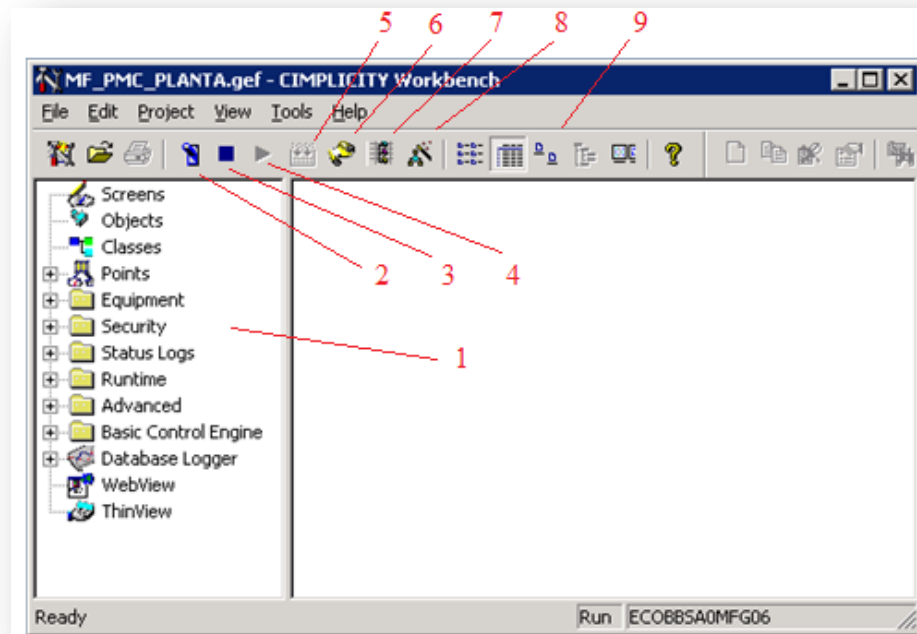


Figura 2.2 Entorno *Workbench*, *Cimplicity*.

(Propia Autoría)

1. Funciones y utilidades del *Workbench* para configurar el proyecto.
2. Actualización dinámica de los cambios realizados en el proyecto.
3. Paro de la ejecución del proyecto.
4. Ejecución del proyecto.
5. Actualización de la configuración y cambios realizados cuando el proyecto no se encuentra en ejecución.
6. Abre un *status* del proyecto en donde se despliega alarmas y alertas ocurridas en la ejecución del proyecto.
7. Propiedades del Proyecto.
8. *Project Wizard*, es un asistente utilizado para la iniciación de un nuevo proyecto.
9. Muestra la información seleccionada en la pantalla derecha en 4 formatos: lista, detalle, Iconos grandes,

Es posible correr la aplicación desde el *Workbench* y una vez finalizado el proyecto se puede continuar con la figuración del mismo, algunos cambios se pueden realizar

mientras el proyecto está en ejecución pero en ciertos cambios si es necesario pasarlo del modo *Run* al modo *Stop* para realizar una actualización de la configuración y luego volver a correr el proyecto con los cambios realizados, este es un punto negativo del sistema ya que cuando se para el sistema se pierde la adquisición de datos que en ese momento se estaba realizando, ejemplo: si una avería se presentó en ese momento y se guarda esa información para luego presentarla en un informe; en el momento de parar la aplicación se pierde esta información o se la presenta incompleta.

2.2.1.1 PRINCIPALES FUNCIONES DEL WORKBENCH⁵³

- **Pantallas (*Screens*):** Esta herramienta administra las pantallas creadas en el proyecto dando la opción de edición, creación y eliminación de las mismas. También podremos correr individualmente las pantallas una por una (Figura 2.3).

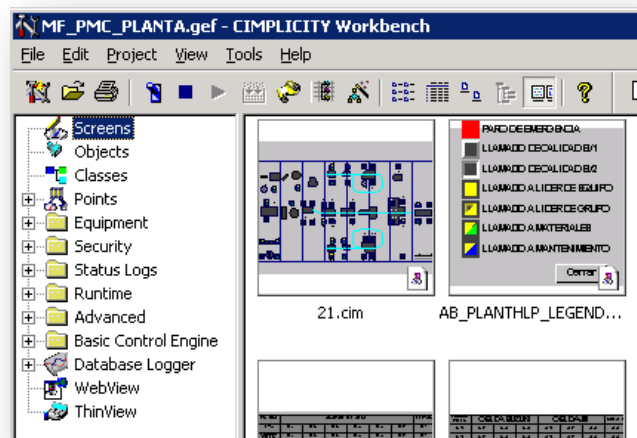


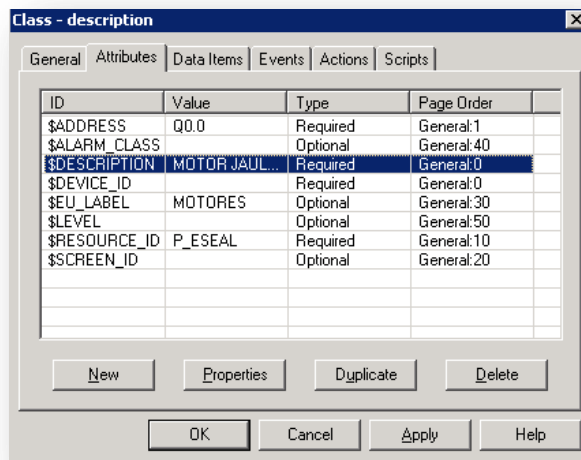
Figura 2.3 *Screens, Cimplicity.*

(Propia Autoría)

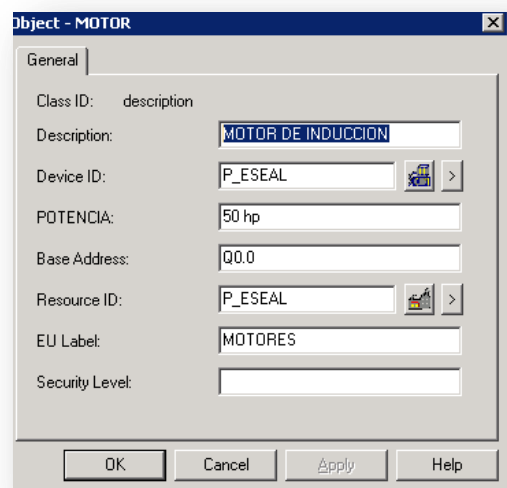
- **Objetos (*Objects*):** Un objeto se utiliza en el diseño gráfico para la representación de equipos de una manera más didáctica y al mismo tiempo estandarizada, estos equipos se los podrá utilizar en varios procesos, nombrados de distintas manera y con otros fines, pero la manera de diferenciarlas se realiza

⁵³ *Introduction to Cimplicity HMI* (GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)

mediante la utilización de clases, podemos crear varios objetos similares en diseño pero de distintas clases que definirán su utilización (Figura 2.4).



a) Clases, *Cimplicity*.



b) Objetos, *Cimplicity*.

Figura 2.4 Configuración Clases y Objetos, *Cimplicity*.

(Propia Autoría)

Los objetos no están sujetos obligatoriamente a una determinada clase sin embargo se recomienda que sea asignada una cuando el objeto va a ser utilizado varias veces en diferentes partes del proceso y se necesita desplegar información específica para cada equipo asignado a un equipo.

- **Clases (*Classes*):** Las clases añaden atributos a un objeto, y su objetivo es proporcionar información específica para cada equipo diferenciándolo de otro de similares propiedades de diseño pero diferente fin de utilización como se puede mostrar en la Figura 2.5.

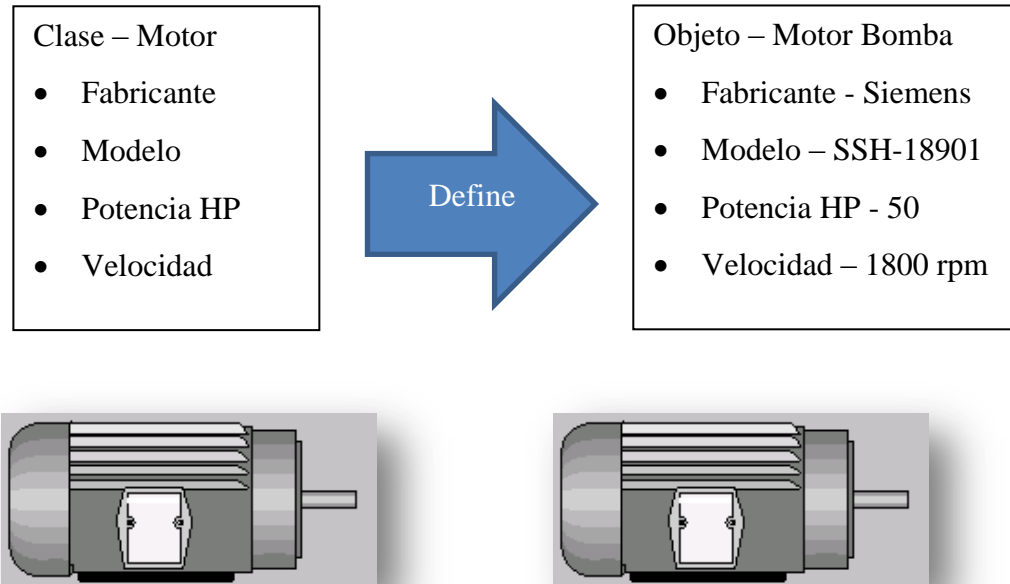
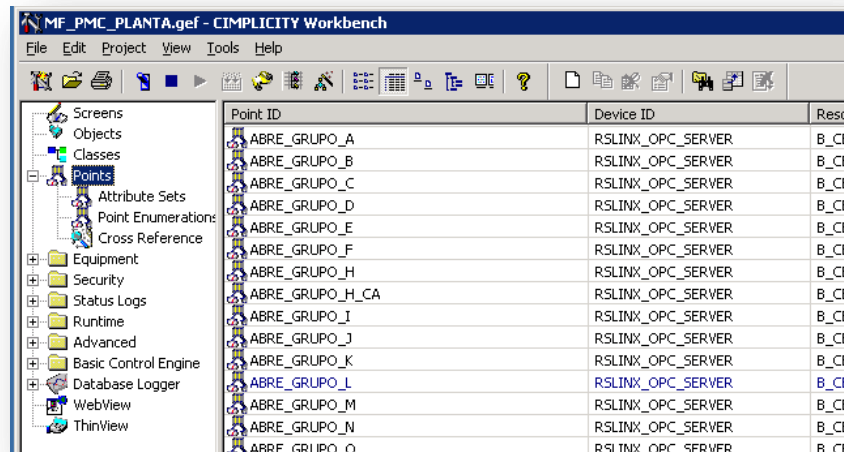


Figura 2.5 Clases y objetos, *Cimplicity*.

(GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)

- **Puntos (*Points*):** Administra los puntos creados en el proyecto, la configuración de puntos define en donde un punto se origina, como el dato es recolectado, como entra en estado de alarma, como debería ser mostrado y como el valor absoluto del punto es convertido en unidades de ingeniería (Figura 2.6).

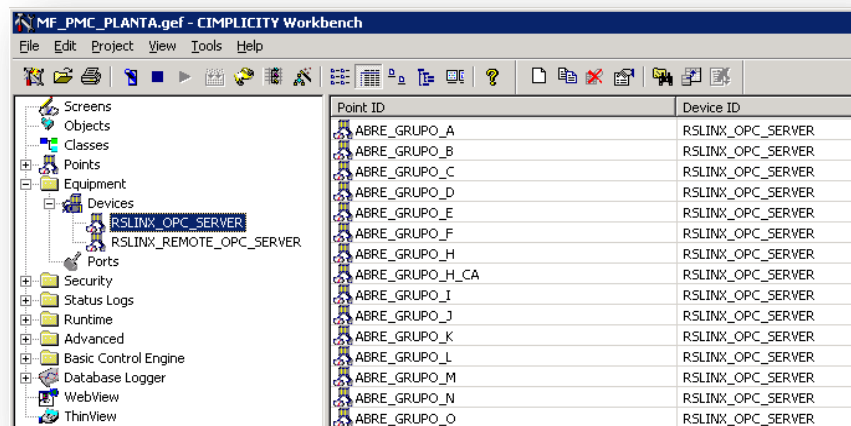


Point ID	Device ID	Reso
ABRE_GRUPO_A	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_B	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_C	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_D	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_E	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_F	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_H	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_H_CA	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_I	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_J	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_K	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_L	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_M	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_N	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_O	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE

Figura 2.6 *Points, Cimplicity.*
(Propia Autoría)

- **Equipo (*Equipment*):** En la Figura 2.7 se muestra la herramienta que administra los dispositivos *Device* que son los encargados de comunicar el dato físico de un punto con el *software Cimplicity* a través de un puerto físico que deberá ser creado de igual manera, permitiendo leer y escribir desde y hacia los aparatos físicos.

Todo esto se logra a través de la comunicación con el aparato y el medio que facilita la comunicación es el *RSLINX_OPC_SERVER* que es una herramienta del *RSLinx software* de *Allen Bradley* capaz de comunicarse con el *Cimplicity*.

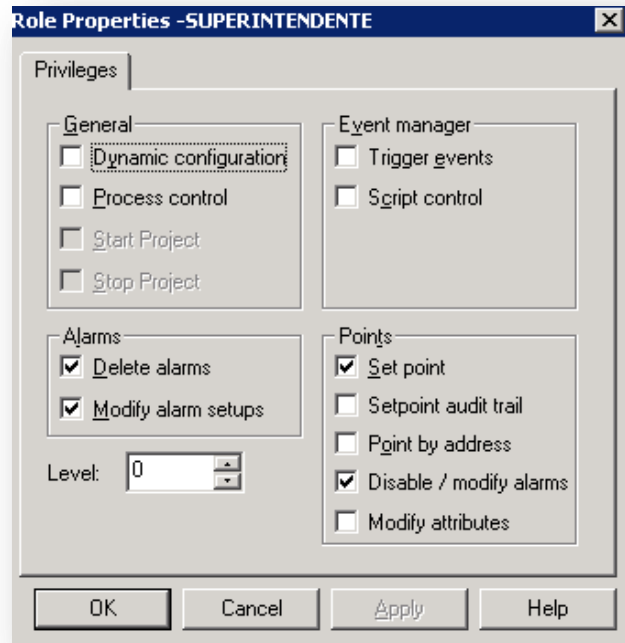


Point ID	Device ID	Reso
ABRE_GRUPO_A	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_B	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_C	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_D	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_E	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_F	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_H	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_H_CA	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_I	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_J	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_K	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_L	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_M	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_N	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE
ABRE_GRUPO_O	RSLINX_OPC_SERVER	B_CE

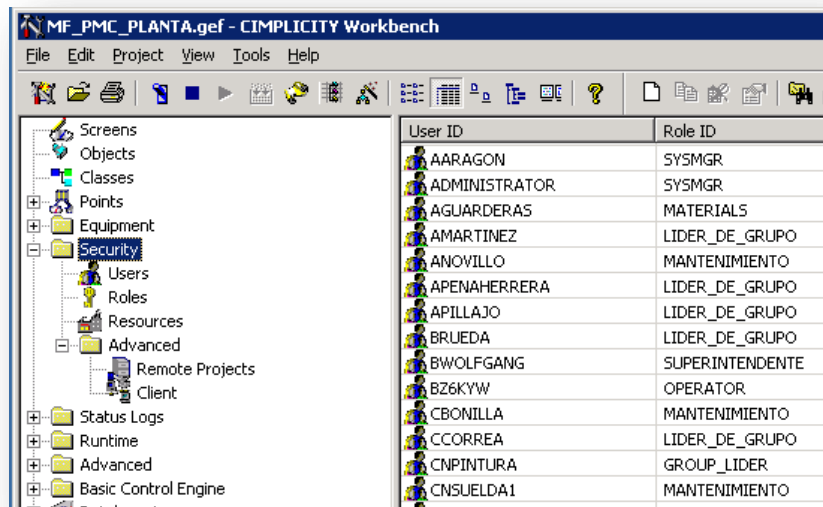
Figura 2.7 *Equipment, Cimplicity.*
(Propia Autoría)



- **Seguridad (*Security*):** Esta herramienta permite añadir usuarios al proyecto y configurar sus privilegios modificando los roles asignados a los usuarios (Figura 2.8), en donde permite modificar:
 - Habilitar la configuración dinámica (cambio de tipo de dato del punto mientras el proyecto se mantiene en modo *Run*).
 - Control de proceso (basado en la utilidad CPC - Control de programa de *Cimplicity*).
 - Borrar alarmas.
 - Modifica configuración en el visualizador de alarmas.
 - Nivel de seguridad (indica el nivel al cual el rol puede configurar valores en los puntos, el nivel de seguridad afecta los atributos de escritura del punto, incluyendo límites de alarma, atributos de calidad. Este nivel debe ser configurado dentro de las propiedades del punto y el rol de tendrá un valor asignado de nivel y este es mayor o igual que el nivel del punto el usuario con el nivel del rol asignado podrá realizar modificaciones en el punto).
 - Programar eventos.
 - Controlar el paro, pausa o habilitación de los *scripts* en el administrador de eventos.
 - Visualizar *set points* de las pantallas mediante el *CimView* que contienen acciones de *set point*.



a) Roles, Cimplicity.



b) Users, Cimplicity.

Figura 2.8 Security Roles & Users, Cimplicity.

(Propia Autoría)

Los *Resources* son unidades conceptuales o físicas que nos ayudan a comprender el proceso de producción, pueden ser estaciones, aparatos, máquinas, en donde el trabajo es realizado, o áreas en donde las tareas son llevadas a

cabo. La configuración de los *Resources* juega un papel muy importante dentro del proyecto ya que nos ayuda direccionando alarmas a usuarios específicos de consulta, a filtrar información específica para los usuarios que realmente la necesita, la Figura 2.9 muestra algunos de los *Resources* creados en el proyecto.

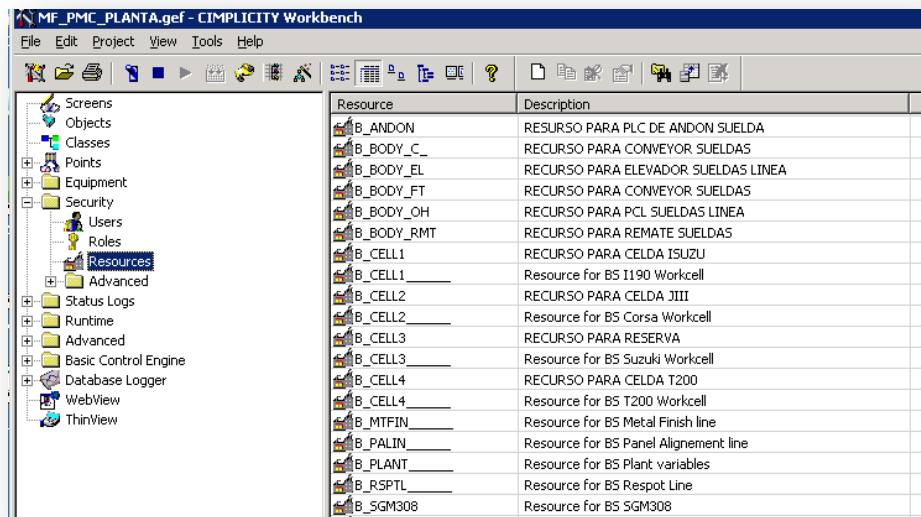


Figura 2.9 Resources, Cimplicity.

(Propia Autoría)

- **Registros de Estado (*Status Logs*):** El *software Cimplicity* consiste de un gran número de programas interrelacionados, no todos los programas son interactivamente ejecutados por el usuario, por esta razón los programas que no interactúan no pueden reportar problemas al usuario final, en su lugar utilizan varios archivos comprendidos por el sistema, esta herramienta permite almacenar y visualizar esta información y estos mensajes de error del proyecto y del sistema, los mensajes se muestran como se observa en la Figura 2.10.

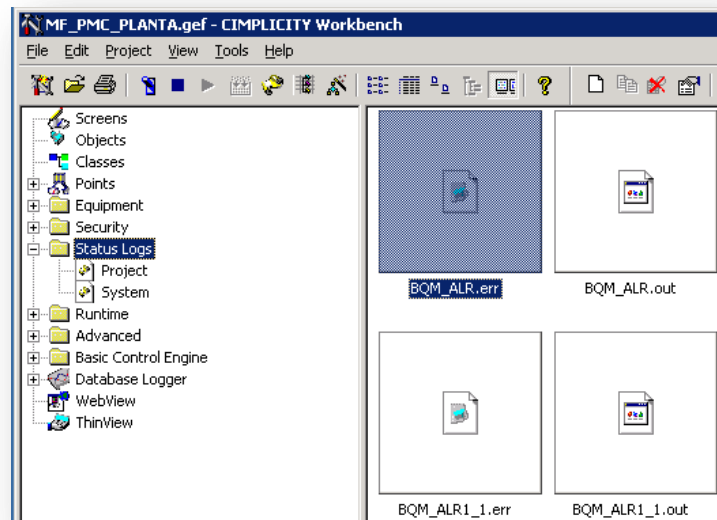


Figura 2.10 *Status Log, Cimplicity.*

(Propia Autoría)

- **Tiempo de Ejecución (*Runtime*):** Contiene la configuración de las aplicaciones y utilidades que pueden ser usadas cuando el proyecto se encuentra en ejecución, contiene 6 aplicaciones a continuación nombradas:
 - Visualizador de alarmas (*Alarm Viewer*): Es una herramienta para visualizar y monitorear el estado de las alarmas del proceso durante el *runtime* (Figura 2.11).

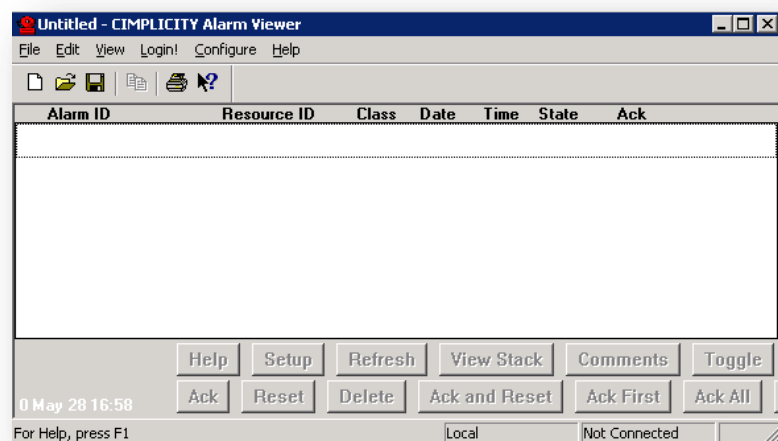
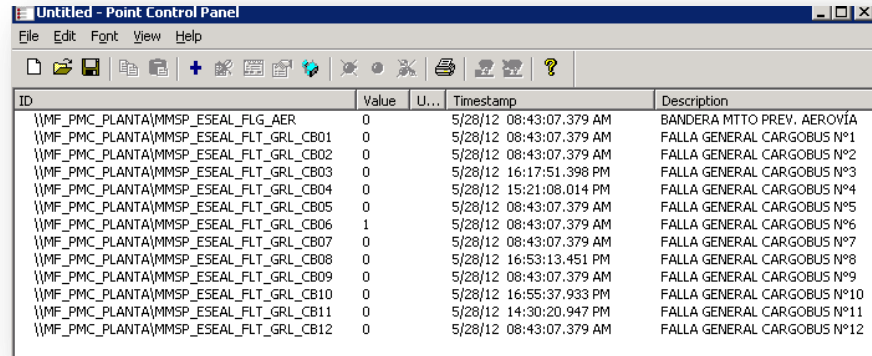


Figura 2.11 *Alarm Viewer, Cimplicity.*

(Propia Autoría)

- Panel de Control de Puntos (*Point Control Panel*): Es una aplicación que ayuda a la visualización del estado de los puntos o variables que sean agregados a la aplicación durante el *runtime*. (Figura 2.12)

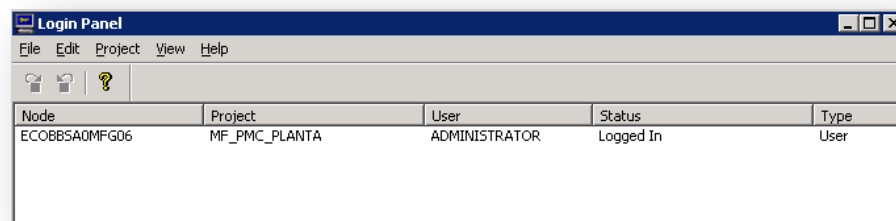


ID	Value	U...	Timestamp	Description
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_AER	0		5/28/12 08:43:07.379 AM	BANDERA MTTO PREV. AEROVÍA
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB01	0		5/28/12 08:43:07.379 AM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°1
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB02	0		5/28/12 08:43:07.379 AM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°2
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB03	0		5/28/12 16:17:51.398 PM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°3
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB04	0		5/28/12 15:21:08.014 PM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°4
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB05	0		5/28/12 08:43:07.379 AM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°5
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB06	1		5/28/12 08:43:07.379 AM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°6
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB07	0		5/28/12 08:43:07.379 AM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°7
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB08	0		5/28/12 16:53:13.451 PM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°8
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB09	0		5/28/12 08:43:07.379 AM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°9
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB10	0		5/28/12 16:55:37.933 PM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°10
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB11	0		5/28/12 14:30:20.947 PM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°11
\\MF_PMC_PLANTA\\MMSP_ESEAL_FLT_GRL_CB12	0		5/28/12 08:43:07.379 AM	FALLA GENERAL CARGOBUS N°12

Figura 2.12 *Point Control Panel, Cimplicity.*

(Propia Autoría)

- Panel de Inicio de Sesión (*Login Panel*): Es una herramienta que permite ver a qué proyecto se encuentra el usuario administrador ingresado como se muestra en la Figura 2.13.



Node	Project	User	Status	Type
ECOBBSAQMF006	MF_PMC_PLANTA	ADMINISTRATOR	Logged In	User

Figura 2.13 *Login Panel, Cimplicity.*

(Propia Autoría)

- Administrador de alarmas auditivas (*Alarm Sound Manager*): Reproducirá un sonido cuando una alarma se haya desplegado, se puede configurar el proyecto al que deseamos que se encuentre conectado e incluso al *Resource* con el que se va a enlazar. (Figura 2.14)

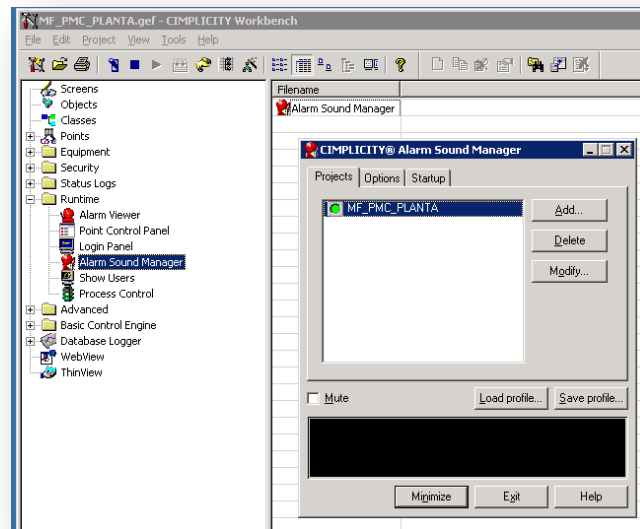


Figura 2.14 Alarm Sound, Cimplicity.

(Propia Autoría)

- Muestra de Usuarios (*Show Users*): Permite observar que usuarios están ingresados en un proyecto elegido. (Figura 2.15)

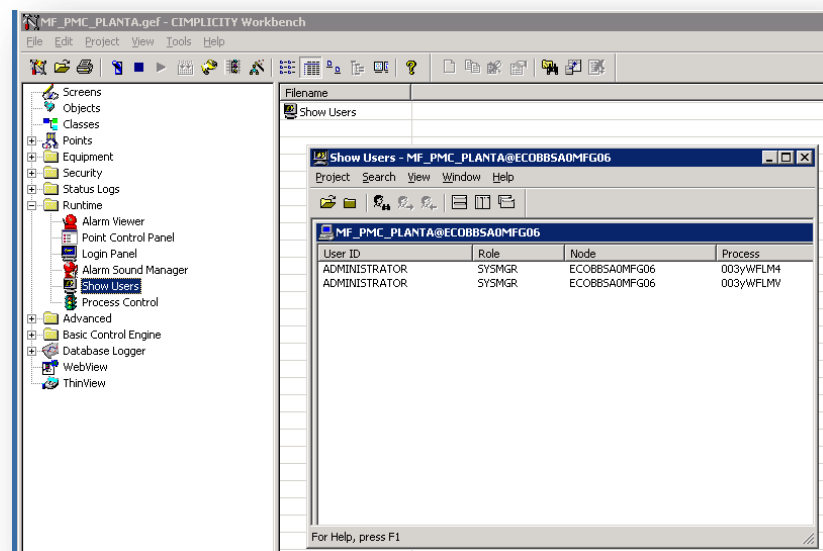


Figura 2.15 Show Users, Cimplicity.

(Propia Autoría)

- Control de Proceso (*Process Control*): Es una herramienta que permite inicializar, parar y mostrar el estado de los procesos de Cimplicity HMI (Figura 2.16).

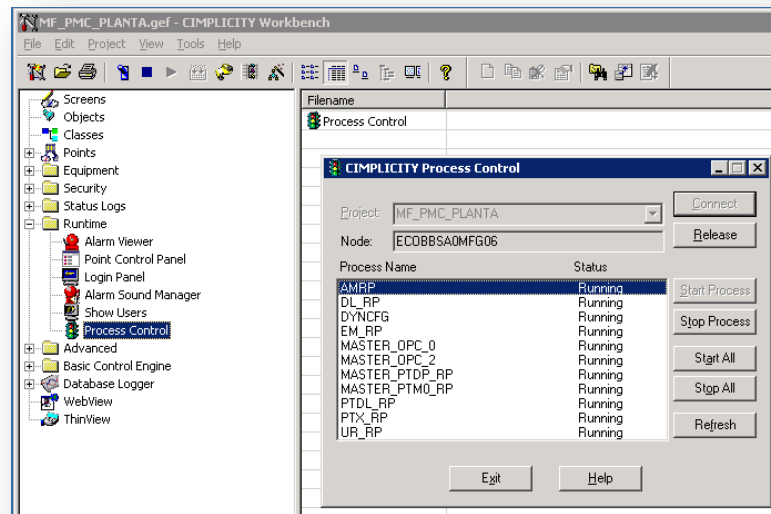


Figura 2.16 *Process Control, Cimplicity.*

(Propia Autoría)

- **Configuración Avanzada (*Advanced*):** Contiene las siguientes herramientas de configuración avanzada:
 - Con la configuración avanzada de alarmas se puede configurar las opciones de alarma creadas por el usuario programador y las propias del *Cimplicity* HMI, la configuración de las alarmas de los puntos se la realiza en las propiedades del punto en la viñeta de alarmas (Figura 2.17).

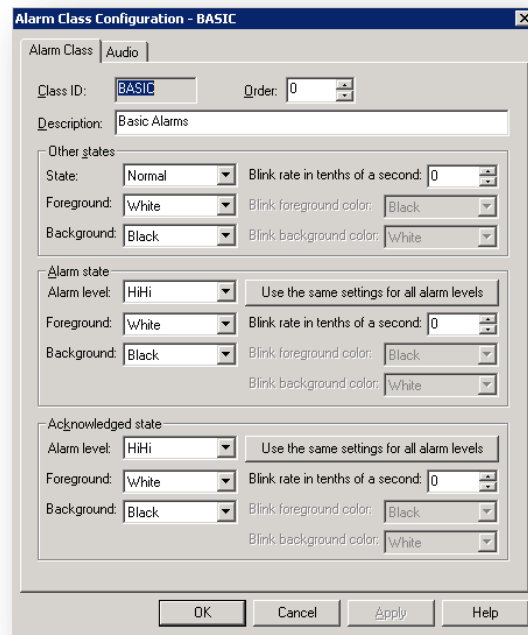


Figura 2.17 Configuración avanzada de Alarmas, *Cimplicity*.

(Propia Autoría)

- En la configuración de unidades de medida se puede ingresar las unidades de medida que estamos utilizando en el proceso, y también equivalencia de conversión en otra unidad (Figura 2.18).

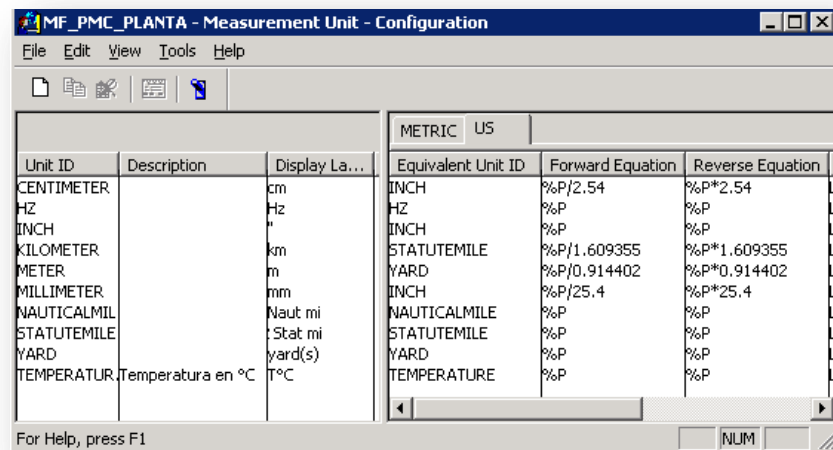


Figura 2.18 Configuración avanzada, Unidades de Medida, *Cimplicity*.

(Propia Autoría)

- Los parámetros globales (Figura 2.19) son archivos del sistema utilizados para sincronizar las características avanzadas del *software* como tal.

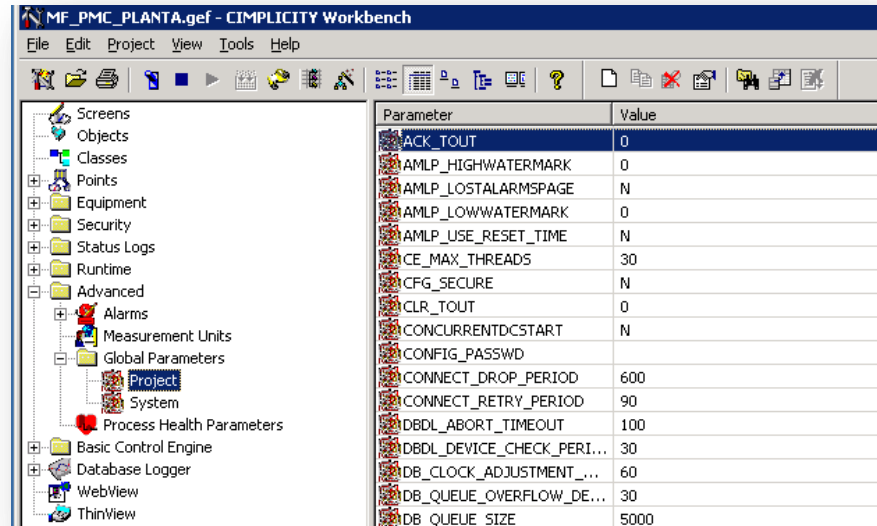


Figura 2.19 Configuración avanzada, Parámetros Globales, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

- Los parámetros de procesos vitales habilitan la posibilidad de monitorear un proceso de un proyecto de *Cimplicity*, debemos tomar en cuenta que al reiniciar un proceso podemos tener graves consecuencias como por ejemplo perder los valores de los puntos, desconectar usuarios que han ingresados de distintas locaciones (Figura 2.20).

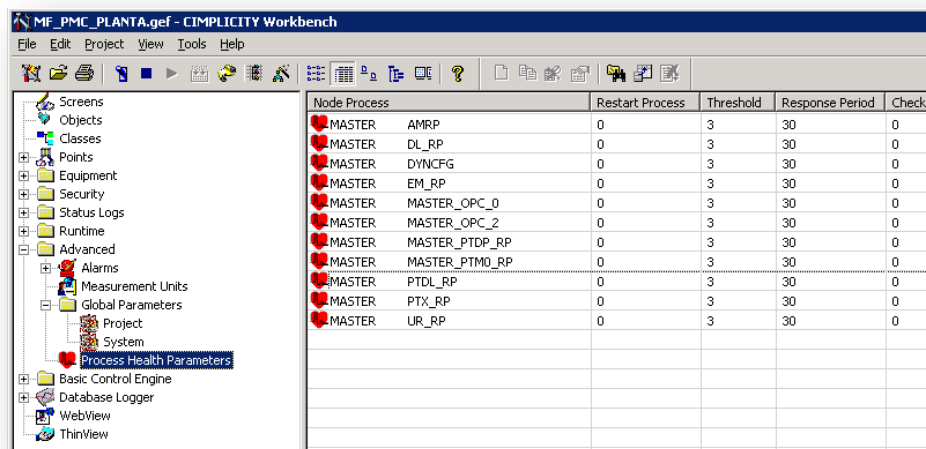


Figura 2.20 Configuración Avanzada, Parámetros de procesos vitales, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

- Máquina de Control Básico (*Basic Control Engine*):** En la Figura 2.21 se muestra la herramienta que administra los eventos y *scripts* programados únicamente en la *Basic Control Engine*; es decir que estos eventos y *scripts* se ejecutarán cuando el proyecto se ejecute, claro dependiendo de la configuración de cada uno, por esta razón generalmente aquí se programa *scripts* que necesariamente se deben ejecutar al inicio del proyecto o que se necesite su ejecución durante toda la ejecución por ejemplo: conversiones de unidades, *Demux* de información recibida, *Mux* de información enviada, etc.

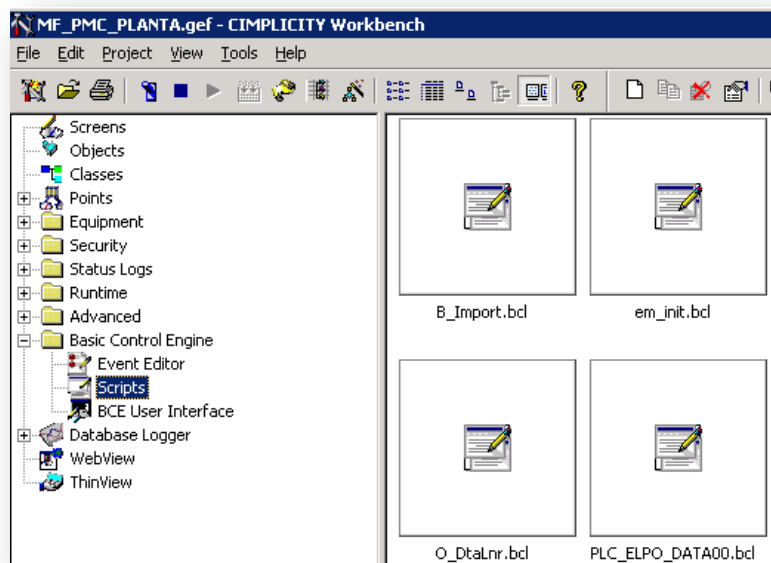


Figura 2.21 *Basic Control Engine, Cimplicity.*

(Propia Autoría)

- Base de datos de registro (*Database Logger*):** Esta herramienta permite grabar información de eventos, alarmas y el valor de puntos en la base de datos creada y enlazada con el proyecto para luego hacer consultas o retroalimentación de esta información para presentarlas en informes o reportes en una gran variedad de aplicaciones del *Open Data Base Connectivity*, ODBC (Figura 2.22).

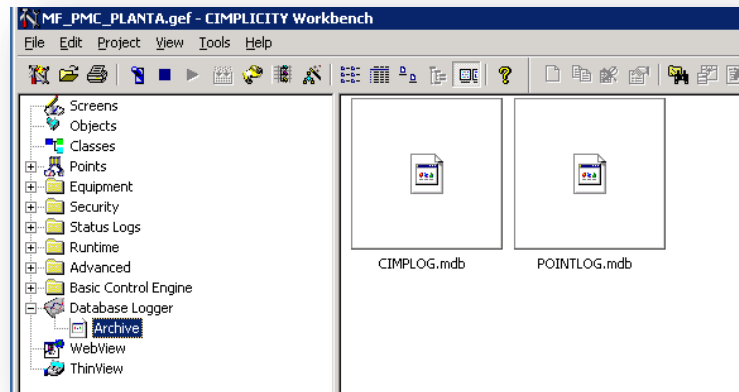


Figura 2.22 Database Logger, Cimplicity.

(Propia Autoría)

- Webview/ Thinview:** Permite configurar y controlar las sesiones vía *web*, permite correr una pantalla del proyecto a través de una página *web* con la dirección IP del servidor en donde se ejecuta el proyecto, el usuario deberá tener instalada la máquina virtual Java. *Thinview* sirve para configurar sesiones a través de *Windows CE client Sessions* por medio de la red en la Figura 2.23 se muestra la conexión al proyecto de los usuarios por *Thinview* o *Webview*, y en el servidor como administrador se puede finalizar todas las conexiones.

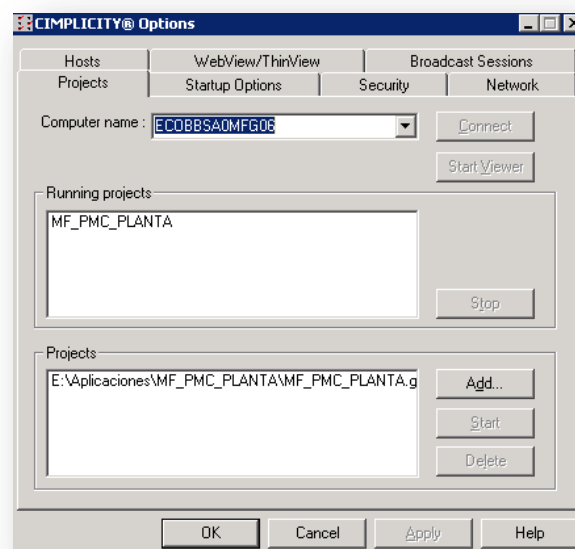


Figura 2.23 WebView / ThinView, Cimplicity.

(Propia Autoría)



2.2.2 FUNCIÓN CIM-VIEW⁵⁴

Es una interfaz gráfica interactiva con el usuario a través de la cual podemos monitorear las instalaciones, el *CimView* despliega las pantallas que fueron creadas en el *CimEdit*. La administración del sistema, la ingeniería de las aplicaciones y/o la configuración del diseño de las pantallas definen la capacidad de interacción, el propósito y la apariencia del proyecto.

Dentro de las principales características como *Viewer* que posee el *software* podremos encontrar las siguientes:

- El sistema ofrece una herramienta llamada *Web Users* la cual permite ingresar al proceso desde cualquier punto conectado al *internet*, la configuración es sencilla de acuerdo al nivel de conocimiento del operador. Esta comunicación permite visualizar al proceso en tiempo real.
- Pueden estar varios usuarios conectados al proyecto al correr la pantalla de inicio; esto quiere decir que corre el mismo proyecto, el mismo ejecutable al mismo tiempo en varios usuarios y muestra la información que solicite cada uno sin ser afectado en velocidad de respuesta.
- Cuando tenemos en ejecución determinada pantalla el *CimView* nos da la posibilidad de abrir manualmente otra pantalla.
- Contiene una función denominada *Flush Cached Screens* que actualiza el estado de la pantalla consultando en la memoria de disco, si no estamos seguros que la pantalla fue actualizada recientemente.
- Se tiene la opción desde el *CimView* enviar un *mail* de la pantalla que se encuentra abierta como copia *back up*.
- Brinda la posibilidad de realizar un gráfico de tendencias en tiempo real para

⁵⁴ *Introduction to Cimplicity HMI* (GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)

os puntos involucrados en la pantalla que se encuentra en ejecución.

2.2.3 FUNCIÓN CIM-EDIT⁵⁵

Dentro de las principales características como editor que posee el *software* podremos encontrar las siguientes:

- De igual manera los usuarios que tengan acceso a la carpeta (que debe ser compartida en la red local) en donde se generó el proyecto *Scada* y que tenga permisos de edición y además que tengan instaladas todas las herramientas del *software* podrán realizar ediciones en el proyecto cuyos cambios serán afectados a cada uno de los usuarios que en ese momento estén realizando consultas en el proyecto en la función *Viewer*.
- La función *Edit* del *software* posee una librería que contiene elementos prediseñados los cuales podrán ser utilizados en las animaciones de las pantallas del proyecto y que logran un interfaz hombre-máquina amigable e intuitivo (Figura 2.24).

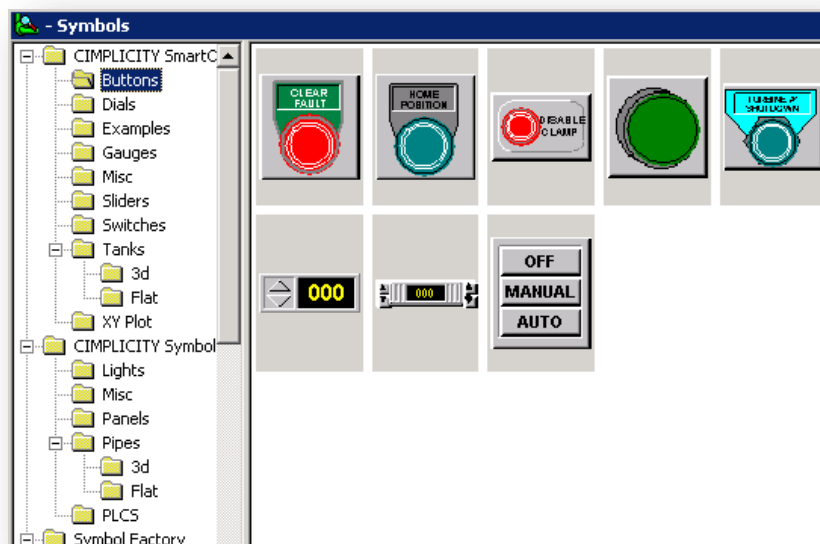


Figura 2.24 Librería de *Cim-Edit*, *Cimplicity*.

(Propia Autoría)

⁵⁵ *Introduction to Cimplicity HMI* (GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)

- Para realizar las animaciones de elementos añadidos en el diseño gráfico de las pantallas se utiliza las propiedades del elemento que brindan las siguientes características (Figura 2.25):

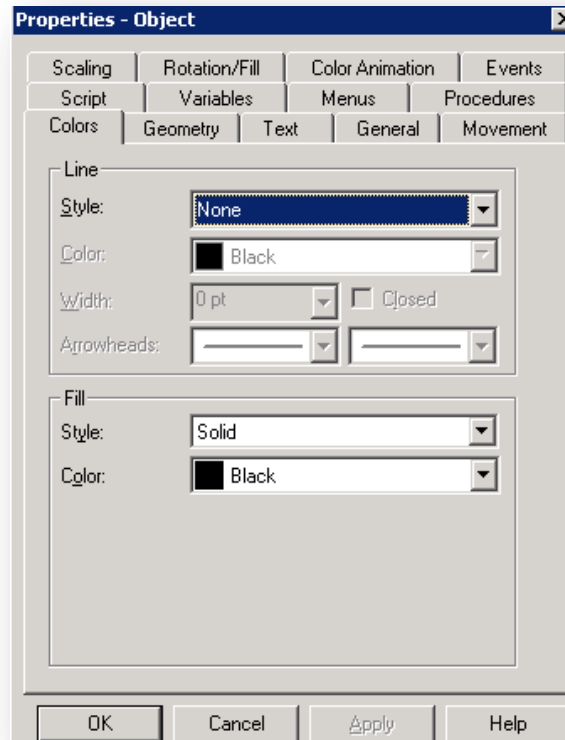


Figura 2.25 Propiedades de Elemento *Cim-Edit*, *Cimplicity*.

(Propia Autoría)

- **Movimiento (*Movement*):** Habilita la posibilidad de mover un elemento en el eje vertical, horizontal o ambos, con el ingreso de una expresión que cuando su resultado sea *True* se mueva cierta cantidad de puntos que ingresaremos en función al valor de una variable que denunciaremos.
- **Animación por color (*Color Animation*):** Esta propiedad nos proporciona la capacidad de añadir color a los objetos además de hacerlos titilar en el color elegido, cambiar el texto de un objeto, cambiar el color de línea de borde del objeto, todas estas con la inserción de una expresión que se cumplirá cuando el resultado sea *True*.

- Visibilidad (*Visibility*): Propiedad que permite al objeto ser visible o no de acuerdo a la expresión ingresada.
- Geometría (*Geometry*): Permite ajustar las dimensiones del objeto y su ubicación en la página mediante coordenadas (x, y).
- General (*General*): Muestra la información del objeto, su tipo, su nombre, la ayuda del objeto y el orden del tabulador para acceso rápido.
- Rotación/Relleno (*Rotation/Fill*): Se puede hacer girar un objeto de acuerdo al cumplimiento de la expresión ingresada, con la opción de girar en su propio eje o con un *offset* y una cantidad de grados con un valor mínimo y máximo. De igual manera podemos llenar al objeto de manera sólida, gradiente, *pattern* y de un determinado color con valores mínimos y máximos ingresados por el usuario.
- Escala (*Scaling*): Se puede ingresar una escala horizontal y vertical para los valores utilizados en las propiedades del objeto.
- Eventos (*Events*): Monitorea una condición que puede ser: cierre de cuadro de dialogo, al presionar una tecla, al dar un *click* con el *mouse*, al insertar o al remover un objeto, al abrir o cerrar una pantalla, mientras permanece presionada una tecla, periódicamente. Estas condiciones podrán indirectamente definir procedimientos que se cumplirán de acuerdo a estas condiciones.
- Procedimientos (*Procedures*): Son acciones programadas que dependen del cumplimiento de condiciones programadas en los eventos, estas pueden ser: Asignar *set point* a una variable, cerrar una pantalla, ejecutar un comando, invocar un método, invocar un *script*, abrir una pantalla, sobreponer una pantalla, abrir la pantalla previa, hacer una impresión de pantalla, programar una *set point* de rampa, cambiar un



set point, asignar el valor de una variable. Estas acciones se cumplen con la condición de que el evento se haya cumplido y mientras este se siga cumpliendo.

- Secuencia de comandos (*Scripts*): La lógica de programación que deseamos para cada pantalla se puede programar en esta área, si programamos el *script* dentro de un objeto necesitaremos que este tenga un evento para su ejecución, se puede programar el *script* incluso en la pantalla general para que cada vez que se abra esa pantalla el *script* programado en ella se ejecute. Para la utilización de variables propias del *Cimplicity* utilizadas en la lógica de programación se puede crearlas como públicas para que otro objeto u otro *script* las pueda utilizar o privadas para que únicamente en ese *script* se la pueda utilizar.

Existe dentro del *script* la opción rápida para tomar o asignar el valor de un punto dentro del *script* lo cual es muy útil para utilizar la información que estamos importando del PLC de proceso.

- Variables (*Variables*): Da la opción de añadir variables en cada objeto creado, asignar su valor y hacerla pública si deseamos para utilizarla en cualquier otro objeto o en cualquier script de la pantalla, si la variable es privada solo podrá ser utilizada en ese objeto en específico.
- Texto (*Text*): Permite ingresar texto y modificar sus propiedades en el objeto señalado, un valor para mostrar de acuerdo a una expresión requerida si deseamos transformar este valor.
- Colores (*Colors*): Permite cambiar el color del borde del objeto y de su interior con texturas de relleno.
- Menús (*Menus*): Permite crear menús dentro de un objeto, cada menú se lo enlaza con un procedimiento; es decir la ejecución del menú tomaría el rol de un evento ocurrido y como consecuencia del evento, en

este caso con la selección manual del menú, la acción programada en el procedimiento enlazada al menú se ejecutará.

2.3 VENTAJAS Y APLICACIONES

- El *Cimplicity* brinda la posibilidad a varios usuarios el estar conectados al sistema en función *Viewer*; esto quiere decir de correr el mismo proyecto, el mismo ejecutable al mismo tiempo en varios usuarios y muestra la información que solicite cada uno sin ser afectado en velocidad de respuesta.
- Todas las ediciones realizadas desde cualquier usuario conectado a la red corren en tiempo real y se carga a todos los usuarios en ese momento conectadas al visualizador *Cim-Viewer*.
- Tiene la herramienta que permite visualizar el proceso por medio de la *web* a través de un ejecutable que será corrido desde el *Internet* y podrá el proceso ser observado desde cualquier punto del mundo.
- Se puede añadir al Sistema Andon⁵⁶ que posee la planta la función de Alarma a través de sonido, entonces cuando una alarma se ejecute se reproducirá un sonido prediseñado o una serie de pitidos a cierta frecuencia con un intervalo de tiempo programable, esto se puede por medio de un amplificador de sonido transmitirlo a planta para informar de mejor manera las alarmas del proceso.
- Por medio de la programación de clases para los objetos creados en el proyecto, se puede optimizar el tiempo de programación ya que se puede utilizar una clase que contenga información clave en otro objeto.
- Debemos tener precaución de no saturar la red de información que se conecta al servidor del *Cimplicity* para evitar tráfico de información.

⁵⁶ Sistema de ayuda visual y auditiva para el operador.



3 DISEÑO DEL SISTEMA SCADA PARA OMNIBUS BB

3.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.1.1 INTRODUCCIÓN

El proceso de ensamblaje de autos de General Motors Ómnibus BB es realizado en tres plantas: Suelda, Pintura y Ensamble; en la planta de Pintura se tiene tres procesos importantes para dar a la carrocería el acabado deseado en calidad de pintura, las capas y tipos de pintura necesarias para tener protección contra el ambiente en el que se va a encontrar el auto; uno de estos procesos es denominado proceso Elpo⁶³, el objetivo de la pintura Elpo es brindar una protección contra la corrosión de la carrocería al encontrarse en un ambiente salino de humedad relativamente alta.

Luego de este proceso la carrocería pasa a través de un horno el cual cura la pintura, al salir la carrocería de este pasa por el proceso *Over Head* de Sellado Elpo, el cual está conformado por 2 estaciones de lijado de la carrocería para lograr la uniformidad de la pintura y eliminar imperfecciones, en la tercera y cuarta estación se realiza el sellado de las juntas bajo el piso de la carrocería y en la quinta estación se realiza el proceso de calafateo bajo el piso de la carrocería el cual la protege contra la abrasión.

3.1.2 PROCESO OVERHEAD DE SELLADO ELPO

El sistema de transporte del *Over Head* de Sellado Elpo se encuentra conformado por un circuito cerrado en el que circulan doce cargo buses que transportan las carrocerías a lo largo de dos estaciones de lijado, dos estaciones de sellado y una de calafateo, en las cuales se realizan trabajos manuales mientras la carrocería se encuentra suspendida por medio de ganchos sujetos a una estructura metálica denominada ara-

⁶³ Pintura electrostática anticorrosiva aplicada mediante electrodeposición.

ña⁶⁴ (Figura 3.1). (General Motors OBB, 2011)



Figura 3.1 Estructura para sujeción de carrocería.

(Propia Autoría)

Cada una de las estaciones de trabajo se define como una estación *stop & go* debido a que al llegar a una posición fija, el cargo bus se detiene e inicia el conteo de tiempo que se encuentra configurado de acuerdo a la velocidad de producción de la línea, una vez transcurrido este tiempo de permanencia en la estación, el cargo bus avanza a la siguiente estación, llega a su posición e inicia nuevamente el conteo de tiempo. (General Motors OBB, 2011)

Esta operación se repite en cada una de las estaciones de trabajo, excepto en la estación de Sellado 02 que por el momento se considera como una estación de paso entre Sellado 01 y Calafateo. El tiempo de permanencia es un valor fijo configurado en la lógica de control de cada PLC de cargo bus, por lo que en caso de requerirse un cambio, será necesario modificarlo en cada uno de los cargo buses. (General Motors OBB, 2011)

Adicionalmente a las estaciones de trabajo, se cuenta con dos estaciones para carga, una principal desde la cadena a la salida del horno ELPO y otra back up en diagonal por fuera del sistema de enfriamiento de carrocerías, adicionalmente se cuenta con

⁶⁴ Estructura metálica provista de ganchos que sujetan a la carrocería.



una estación de descarga que permite descender la carrocería directo sobre la cadena del transportador de carrocerías de sellado sobre piso. En cada una de estas estaciones se realiza la operación manual para manipular el ascenso / descenso de tecles que permiten enganchar / desenganchar la carrocería. Las señales de comando manuales de tecles y validación para que el cargo bus continúe su proceso, son enviadas por medio de un sistema de foto celdas. (General Motors OBB, 2011)

El sistema cuenta además con una interfaz de operador desplegada en *un Panel View Plus 700* que permite mostrar la posición de cada uno de los cargo buses a lo largo del circuito cerrado, las alarmas del sistema. (General Motors OBB, 2011)

3.1.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO

- **Parámetros del proceso:** El ensamblaje de automóviles se realiza en una sola línea de producción, debido a esto el tiempo de operación en cada una de las estaciones es realmente crítico, si una estación para por alguna razón, el proceso para en su totalidad. Por esta razón el tiempo real de operación debe ser monitoreado y mejorado constantemente.

El material utilizado para las estaciones de sellado 3 y 4 es bombeado a través de una línea que se mantiene presurizada para el abastecimiento en cada vehículo de la cantidad de sellante, de igual manera se utiliza para el calafateo en la estación 5.

- **Andon:** El proceso cuenta con sistema de ayuda visual y auditiva para el operador el cual pide ayuda si no alcanzó a realizar su operación o si necesita ayuda de otro tipo, podrá entonces llamar al Líder de equipo de trabajo, al Líder de grupo, a personal de mantenimiento de la planta, al equipo de calidad o presionar un paro de emergencia, este sistema se denomina Andon y el cual es controlado por un *PLC Control Logix 5000* (Figura 3.2).



Figura 3.2 Tablero de ayuda visual y auditiva Andon.
(Propia Autoría)

Cada estación de trabajo cuenta con un *Switch* cuerda para solicitar la ayuda mencionada que luego de que el problema haya sido eliminado se procederá a apagarlo.

3.1.3 CARGO BUSES

Los componentes eléctricos del sistema de control de los cargo buses incluyen protecciones individuales para los variadores de frecuencia *Power Flex 40* que permiten controlar la velocidad de giro de tecles y unidad de traslación respectivamente. Además, se cuenta con un transformador seco para derivar a partir de dos fases de 440VAC, los voltajes de control 220 VAC y 120 VAC para los demás componentes del equipo como fuente de 24 VDC, *PLC Micrologix 1400*, tomacorriente para radio *Wireless*, módulos de interfaz *Modbus* con cabeza de lectura de riel perforada, entre otros dispositivos, como se muestra en la distribución interna de elementos del cargo bus en la Figura 3.3. (General Motors OBB, 2011)



Figura 3.3 Distribución de elementos de fuerza y control del cargo bus.
(Propia Autoría)

El tablero de control de cada uno de los cargo buses posee una puerta frontal abatible en la que se encuentran instalados los pulsadores para la operación manual del cargo bus que incluye el movimiento hacia adelante y atrás, arriba y abajo de los dos polipastos, un paro de emergencia y un selector con llave para selección del modo de operación manual / automático (Figura 3.4). (General Motors OBB, 2011)

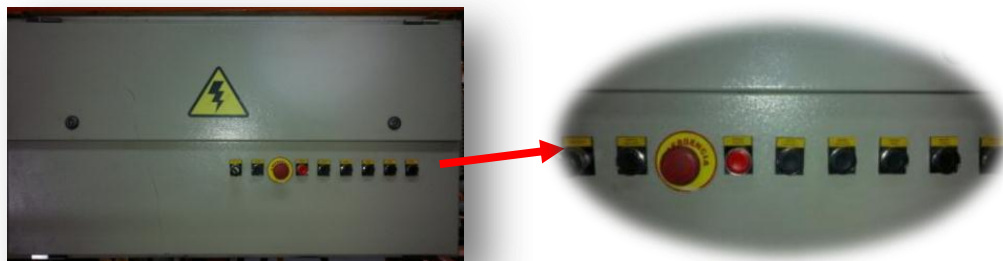


Figura 3.4 Pulsadores de control manual del cargo bus.
(Propia Autoría)

El sistema de alimentación de energía en todos los cargo buses se basa en un mecanismo intercambiable para el cambio rápido de escobillas (Figura 3.5), que permite desconectar la energía del tablero por medio de un juego de conector rápido macho-hembra acoplado en una placa metálica sobre la cual se monta el juego de cuatro escobillas (3 Fases + Tierra). (General Motors OBB, 2011)



Figura 3.5 Sistema de acople rápido de escobillas de alimentación.
(Propia Autoría)

La unidad de traslación se mueve con una unidad de traslación de mecanismo DRF-200 que le permite acoplarse al funcionamiento en tramos curvos. Además se considera un movimiento en velocidad lenta durante el flujo de proceso desde la estación de carga, pasando por las cabinas de lijado y sellado, hasta la descarga de unidades sobre el transportador de carrocerías de sellado sobre piso; y un retorno a alta velocidad desde la estación de descarga hasta la carga con el fin de reducir al máximo el tiempo de espera para disponer de un cargo bus en la estación de envío de unidades al proceso. (General Motors OBB, 2011)

Los polipastos DEMAG utilizados para controlar el ascenso / descenso de unidades tienen una velocidad baja de 45 Hz y una velocidad alta de 65 Hz programados en sus respectivos variadores de frecuencia, (Figura 3.6). (General Motors OBB, 2011)



Figura 3.6 Variadores de control de motores polipastos y traslación.
(Propia Autoría)

El control de los polipastos para la operación manual de los equipos en las estaciones de carga / descarga, validación del equipo para que continúe su proceso y señales de paros por llamados de Andon, se realiza por medio de comandos enviados al cargo bus a través de Foto celdas móviles ubicadas en cada cargo bus y Foto celdas fijas localizadas a lo largo de las estaciones de trabajo. (General Motors OBB, 2011)

3.1.4 SISTEMA DE POSICIÓN ABSOLUTA

El sistema de posicionamiento de los cargo buses se basa en el sensor *Pepperl + Fuchs* modelo WCS3B-LS221D que permite leer el código absoluto de la riel perforada de acero inoxidable montada a lo largo del circuito cerrado del *Over Head*. (General Motors OBB, 2011)

El montaje del riel codificado se realizó en paralelo a la vía del carril del cargo bus, con el fin de asignar una posición exacta para cada punto del recorrido, y por ende distinguir las estaciones de trabajo respecto a la carga / descarga. La adquisición de la posición respecto al riel se realiza por medio de la cabeza lectora en forma de U, que escanea el riel codificado sin entrar en contacto con la misma, pues el equipo lo hace de forma optoelectrónica. (General Motors OBB, 2011)

La cabeza de lectura puede reconocer todos los códigos cada 0,8 mm (WCS3), de tal forma que al colocarlo en cualquier tramo del riel codificado, éste reconoce la posición sin necesidad de referencia ni retraso alguno. (General Motors OBB, 2011)

El escaneado del riel codificado es reproducible, fiable e independiente de fluctuaciones térmicas, e incluso funciona de manera adecuada si las velocidades de desplazamientos son elevadas. Los valores de posicionamiento se transmiten directamente al equipo de control mediante un Interface RS 485 serie. (General Motors OBB, 2011)

La carcasa de la cabeza lectora se compone de un plástico robusto (grado de protección IP54), sujeto con una placa de montaje para la fijación de la cabeza de lectura en el soporte del cargo bus. En la parte interior de la cabeza de lectura se encuentran láminas transparentes para protección, de fácil recambio, que proteger el campo de lectura de suciedad y daños, por lo que se deben considerar dentro del mantenimiento preventivo del equipo y limpiarlas periódicamente. En estas láminas se encuentran unas marcas en forma de ranuras que sirven para el ajuste cero del juego vertical (eje z) de la cabeza lectora, tomando como punto de referencia la parte superior del riel codificado (Figura 3.7). (General Motors OBB, 2011)



Figura 3.7 Sensor de posicionamiento absoluto.
(Propia Autoría)

Como parte de la conexión entre el sistema de posicionamiento y el PLC de control del cargo bus se utiliza el módulo WCS-MBG110, que sirve como Interface entre la cabeza de lectura WCS y el puerto *Modbus*-RTU del PLC. Los datos entre la cabeza de lectura y el WCS-MBG110 se transfieren usando Interface RS 485 y el módulo MBG110 al PLC de control transmite protocolo *Modbus*-RTU. (General Motors OBB, 2011)

Los baudios para *Modbus* son configurables entre 19,2 ó 38,4 *kBaud*, y los parámetros restantes como dirección del módulo esclavo, cantidad y velocidad de transmisión de cabezas conectadas se configuran mediante los *switchs* giratorios ubicados en la parte frontal del módulo. La conexión del módulo con la cabeza lectora y el puerto *Modbus* del PLC del cargo bus se realiza de acuerdo con el siguiente diagrama (Figura 3.8). (General Motors OBB, 2011)

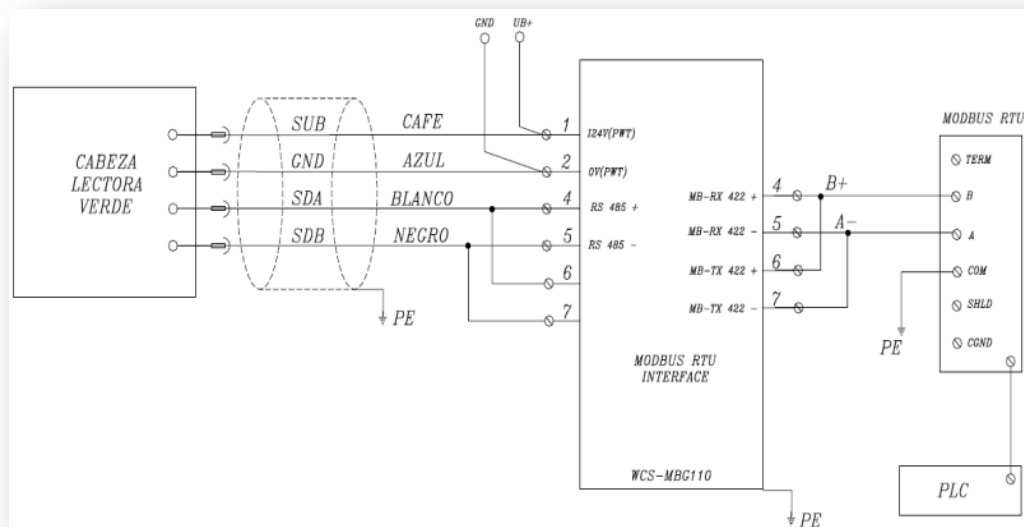


Figura 3.8 Diagrama de conexión de comunicación sensor de posición.
(General Motors OBB, 2011)

3.1.5 PUPITRES DE MANDO Y ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

El sistema de control del Over Head de Sellado se compone de seis (6) pupitres de mando ubicados en lugares estratégicos a lo largo del circuito, con el fin de realizar operaciones que requieren la manipulación manual de los equipos, validar cargo bu-

ses para que continúen su operación, accionar los paros de emergencia para cortar el suministro de energía a la riel electrificada y comandar todos los dispositivos periféricos del sistema como balizas de señalización, *stack lights*⁶⁵ y foto celdas. (General Motors OBB, 2011)

Estos pupitres se encuentran enlazados hacia el PLC principal de control por medio de una red *DeviceNet* que permite realizar el intercambio de datos necesarios para procesar las señales de entrada de sensores, pulsadores locales y botonera de mando con el fin de activar los periféricos correspondientes. Cada uno de los pupitres posee en su interior un módulo *flex I/O* para *DeviceNet* y módulos de entrada (16 ó 32) y salidas (16 ó 32) de acuerdo a los requerimientos de cantidad de conexiones de entrada / salida maneja, ya que debido a su ubicación los pupitres son capaces de concentrar señales de algunas estaciones de trabajo de acuerdo en la Tabla 3.1. (General Motors OBB, 2011)

Tabla 3.1 Distribución de pupitres de mando.
(General Motors OBB, 2011)

Pupitre	Estación a comandar
Carga 1	Envío de unidades
Lijados	Lijado 1
	Lijado 2
Sellados	Sellado 1
	Sellado 2
	Calafateo
	Espera antes de descarga
Descarga	Descarga sobre el Conveyor de sellado
Carga Bck	Carga Back-up
Mantenimiento	Zona de mantenimiento

La Figura 3.9 muestra la distribución de elementos dentro de un pupitre de mando, en el cual se encuentra básicamente disyuntores de 2 Amperios, una fuente DC de 2 Amperios, un device de comunicación Flex ADN, un módulo de Entradas y un módulo de salidas. (General Motors OBB, 2011)

⁶⁵ Baliza que se utiliza para visualizar el avance del tiempo de operación en porcentaje, contiene 3 colores: verde, amarilla y roja.



Figura 3.9 Distribución de elementos pupitres de mando.

(Propia Autoría)

3.1.6 MODOS DE OPERACIÓN MANUAL / AUTOMÁTICO⁶⁶

Existe un selector operado con llave en puerta frontal de cada cargo bus para la selección del modo de operación Manual o automático. El modo de operación normal es en automático, en el cual Simplemente el cargo bus, de acuerdo a la posición que le indique la cabeza de lectura, realiza la operación correspondiente a su ubicación, es decir que cuenta un tiempo de permanencia si se encuentra en una estación de trabajo, avanza a la siguiente estación si está en transcurso entre una estación y otra, o realiza la operación manual para Subir / bajar tecles en caso de encontrarse en la estación de envío o descarga de Unidades.

La Tabla 3.2 indica la secuencia que se realiza en cada una de las estaciones definidas como zonas de trabajo, transcurso entre estaciones o carga / descarga de unidades, la Tabla 3.3 ayuda a la interpretación de la Tabla 3.2.

⁶⁶ *Manual_OHSellado_rev* (General Motors OBB, 2011)

Tabla 3.2 Secuencia de trabajo del cargo bus.
(General Motors OBB, 2011)

NOTA	UBICACIÓN	SECUENCIA OPERACION EN AUTOMATICO
1	Lijado 1	Conteo de Tiempo de permanencia configurado en cargo bus de acuerdo con ATT del sistema
2	Lijado 1 a Lijado 2	Avance hacia estación de Lijado 02
1	Lijado 2	Conteo de Tiempo de permanencia configurado en cargo bus de acuerdo con ATT del sistema
2	Lijado 2 A Sellado 1	Avance hacia estación de Sellado 1
1	Sellado 1	Conteo de Tiempo de permanencia configurado en cargo bus de acuerdo con ATT del sistema
2	Sellado 1 a Sellado 2	Avance hacia estación de Sellado 2
1	Sellado 2	Conteo de Tiempo de permanencia configurado en cargo bus de acuerdo con ATT del sistema
2	Sellado 2 a Calafateo	Avance hacia estación de Calafateo
1	Calafateo	Conteo de Tiempo de permanencia configurado en cargo bus de acuerdo con ATT del sistema
3	Espera	Estación de espera previa a curva de Descarga el equipo avanza una vez liberada la Descarga.
2	Espera a Descarga	Avance hacia estación de Descarga
4	Descarga	Estación de descarga de unidades en la que el cargo bus desciende tecles en manera automática hasta una altura segura.
		Equipo en modo manual para terminar la operación de descenso / ascenso por parte del operador a través de botonera y/o pulsadores de pupitre de mando.
		En espera de comando validación del operador para subir tecles de forma automática hasta altura de trabajo para avance en proceso.
2	Descarga a carga bck	Avance hacia estación de Carga Back Up
4	Carga bck	En operación automático el cargo bus desciende a una altura segura para cargar la unidad.
		El operador a través de la botonera y/o pulsadores de pupitre de mando, opera según su conveniencia.
		En espera a la validación del operador para subir tecles de forma automática hasta altura de trabajo.
2	Carga bck a Carga	Avance hacia estación de Carga (estación de envío)
4	Carga	En operación automático el cargo bus desciende a una altura segura para descargar la unidad.
		El operador a través de la botonera y/o pulsadores de pupitre de mando, opera según su conveniencia.
		En espera a la validación del operador para subir tecles de forma automática hasta altura de trabajo.
2	Carga a Lijado 1	Avance hacia estación de Lijado 01 e inicio de ciclo de proceso

Tabla 3.3 Interpretación de notas Tabla 3.2.
(General Motors OBB, 2011)

NOTA	DESCRIPCIÓN
1	El avance a la siguiente estación ocurre siempre que no exista un paro por ANDON en la estación
2	El avance entre estaciones se puede interrumpir por el sistema anti-colisión
3	Una vez libre la estación de descarga se envía el avance desde la estación de espera mediante foto celda
4	habilita 20 segundos después de terminar el descenso automático y requiere un pulso continuo de por lo menos 5 segundos de duración

El funcionamiento secuencial en modo Automático del equipo puede ser interrumpido en cualquier punto de la trayectoria del cargo bus, pasando el modo de funcionamiento a modo Manual.

El cambio de modo de operación de un cargo bus, no afecta el funcionamiento de los demás cargo buses del sistema, puesto que cada equipo tiene su lógica de control propia e independiente respecto a los demás, lo cual brinda la flexibilidad necesaria para continuar con el flujo de proceso normal a pesar de tener inconvenientes con un equipo que podría operarse en modo manual hasta desplazarlo a la transferencia de ingreso a la plataforma de Mantenimiento.

Las fallas que se pueden producir en el cargo bus, se describen en la Tabla 3.4. Debido a la diversidad de causas que puede generar una misma falla, es necesario describir cada una de las posibles soluciones y verificaciones mínimas que deben realizarse para poder solventar una falla que afecte el funcionamiento normal del equipo en Modo Automático.

Tabla 3.4 Verificación de fallas.
(General Motors OBB, 2011)

SISTEMA CARGO BUS	DESCRIPCIÓN DE FALLA
SISTEMA GENERAL	Falla de Guarda motores para protección de motores
	Pulsador de paro de emergencia local
POSICIONAMIENTO	Falla por NO cambio de valor de posición (adelante / atrás)
UNIDAD DE TRASLACIÓN	Falla de variador de frecuencia
	Tiempo excesivo hacia adelante
	Tiempo excesivo hacia atrás
TECLE DELANTERO	Falla de variador de frecuencia
	Tiempo excesivo de operación (subir / bajar)
	Falla por NO cambio en valor de Encoder
TECLE POSTERIOR	Falla de variador de frecuencia
	Tiempo excesivo de operación (subir / bajar)
	Falla por NO cambio en valor de Encoder

La Tabla 3.5 descrita a continuación indica las posibles soluciones en caso de encontrar una falla en el equipo, para lo cual se requiere ingresar a la pasarela de Mantenimiento, abrir la puerta frontal del tablero de control y realizar una inspección visual de los componentes del equipo para verificar si alguno se encuentra con un funcionamiento fuera de lo normal, verificar motores, alimentación eléctrica desde la aerovía, trabamientos de araña contra pasarela, entre otras inspecciones mínimas que son necesarias para el adecuado diagnóstico de una falla.

Tabla 3.5 Fallos y sus posibles soluciones.
(General Motors OBB, 2011)

TIPO DE FALLA	POSIBLE CAUSA DE FALLA
Falla de guarda motores	Verificar trabamiento mecánico de alguno de los motores
	Verificar valor de corriente configurado de acuerdo a la carga
	Re-armar falla activando guarda motores
Paro de emergencia local	Verificar posición de pulsador enclavado
	Re-armar falla retirando el pulsador enclavado
Falla en valor de posición	Verificar estatus de cabeza de lectura (LED's indicadores)
	Verificar cable de alimentación y datos del sensor
	Verificar nivel de suciedad en láminas de protección
	Verificar trabamiento / resbalamiento de unidad de traslación
	Re-armar falla verificar funcionamiento normal de sensor
Falla de variador unidad de traslación	Verificar alimentación adecuada desde escobillas de aerovía
	Verificar conexiones de cableado de alimentación hacia motores
	Verificar trabamiento mecánico del motor / sobre-corriente
	Re-armar falla presionando pulsador rojo de variador
Tiempo excesivo hacia adelante	Verificar trabamiento / resbalamiento de unidad de traslación
	Verificar trabamiento mecánico del cargo bus
	Re-armar falla liberando cargo bus para avance normal
Tiempo excesivo hacia atrás	Verificar trabamiento / resbalamiento de unidad de traslación
	Verificar trabamiento mecánico del cargo bus
	Re-armar falla liberando cargo bus para avance normal
Falla de variador tecla	Verificar alimentación adecuada desde escobillas de aerovía
	Verificar conexiones de cableado de alimentación hacia motores
	Verificar trabamiento mecánico del motor / sobre-corriente
	Re-armar falla presionando pulsador rojo de variador
Tiempo excesivo de operación	Verificar activación ascenso / descenso de teclas
	Verificar trabamiento mecánico de la araña del cargo bus
	Re-armar falla liberando equipo para operación normal
Falla en valor de Encoder	Verificar cable de alimentación y datos del Encoder
	Verificar conexionado de cables hacia entradas de PLC
	Verificar resbalamiento de cadena de tecla
	Re-armar falla verificar funcionamiento normal de Encoder

3.2 IDENTIFICACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE VARIABLES

Para el levantamiento de las variables vitales para el desarrollo del *Scada* fue necesario identificarlas en el Programa del PLC principal del proceso *Over Head* de Sellado ya que este contiene todas estas señales provenientes de los 12 cargo buses y para esto se utilizó el *software* de Programación *RSLogix 5000* de *Rockwell Automation*.

El programa del PLC principal contiene 12 subrutinas para la lógica de control del proceso tomando en consideración que una se la utiliza para el llamado al resto. En la subrutina “Entradas_DNet” (Figura 3.10) se encuentran variables de estado de proceso y de alarmas por estación de trabajo.

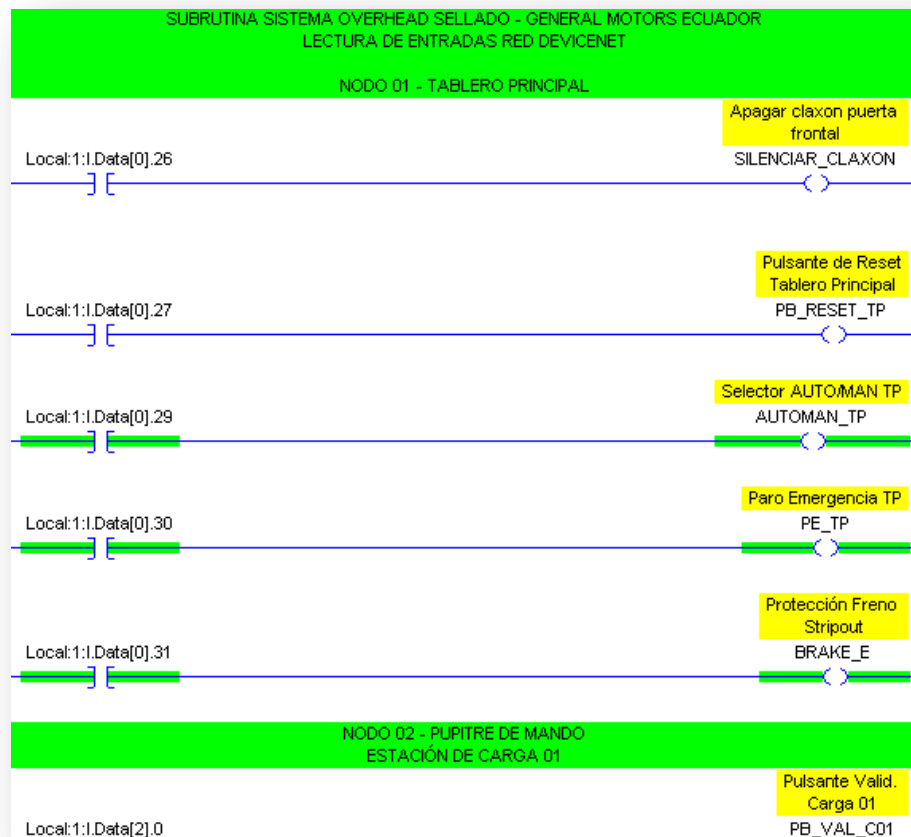


Figura 3.10 Subrutina “Entradas_DNet”, *RSLogix 5000*.

(Propia Autoría)

En la subrutina “Fallas_Cargobuses” tenemos identificada la falla general de cada cargo bus como se muestra en la Figura 3.11.

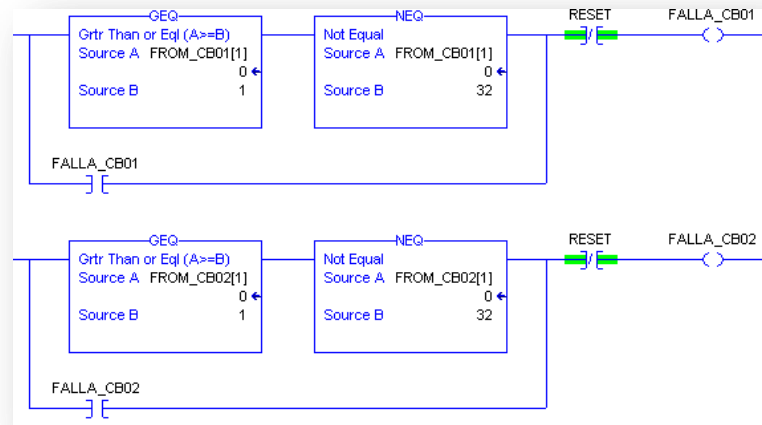


Figura 3.11 Subrutina Fallas_Cargobuses, *RSLogix 5000*.

(Propia Autoría)

En la subrutina “Activación_Balizas” se tiene el estado de las balizas *Stack Light* que sirven para visualizar el avance en porcentaje del tiempo de operación por cada estación (Figura 3.12).

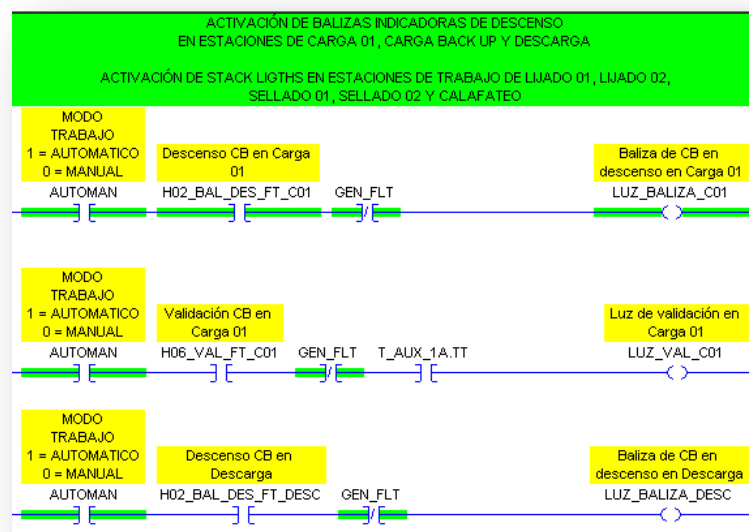


Figura 3.12 Subrutina “Activación_Balizas”, *RSLogix 5000*.

(Propia Autoría)

La posición de cada cargo bus se obtuvo de la subrutina “Ubicación_CBs” en donde a través de 2 palabras (32 bits) se obtiene la posición exacta de todos los cargo buses, (Figura 3.13).

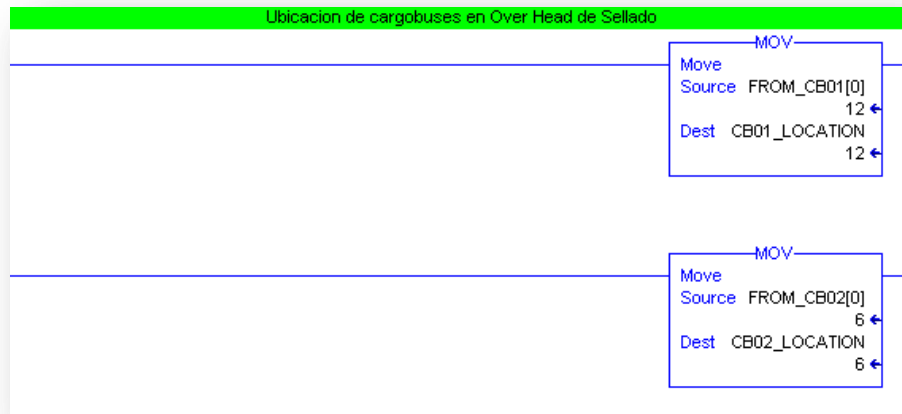


Figura 3.13 Subrutina “Ubicación_CBs”, *RSLogix 5000*.
(Propia Autoría)

Luego de identificar y tabular debidamente se obtuvo una matriz en donde se detalla cada variable con su descripción (ver Anexo D).

3.2.1 CREACIÓN DE VARIABLES EN PLC PRINCIPAL OHS

Para la creación de las variables que serán leídas en el *Cimplicity* deberemos dar *click* derecho del *mouse* en el controlador de variables (*Controller tags*) e indicar nuevo *tag*. (Figura 3.14).

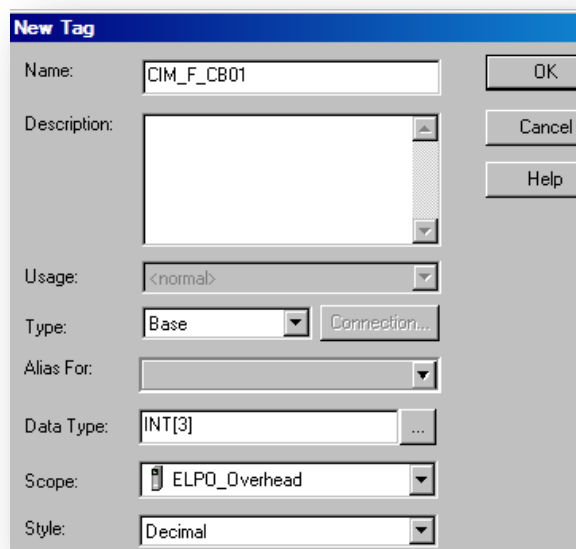


Figura 3.14 Creación y propiedades de un nuevo *tag*, *RSLogix 5000*.
(Propia Autoría)

A continuación se mostrará la pantalla de propiedades del *tag* o variable que vamos a crear en la que deberemos indicar el nombre, una descripción, el tipo, el estilo (formato del valor de la variable) y el número de variables que deseamos crear (Figura 3.15).

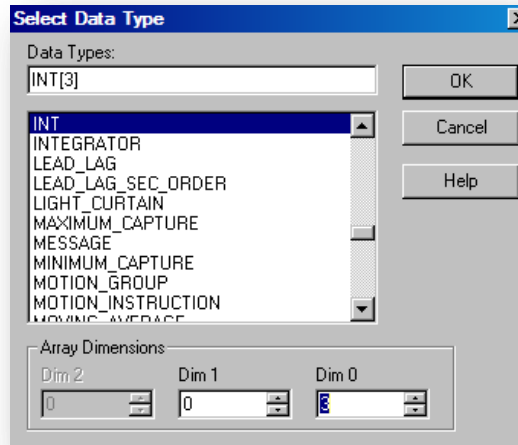


Figura 3.15 Propiedades de un *tag*, *RSLogix 5000*.
(Propia Autoría)

3.2.1.1 ESTANDARIZACIÓN DE TAGS PLC

- **Subrutina:** Damos *click* derecho sobre la subrutina para ingresar en las propiedades en donde cambiaremos el nombre a PMC_HMI que es el formato que se maneja en General Motors OBB (Figura 3.16).

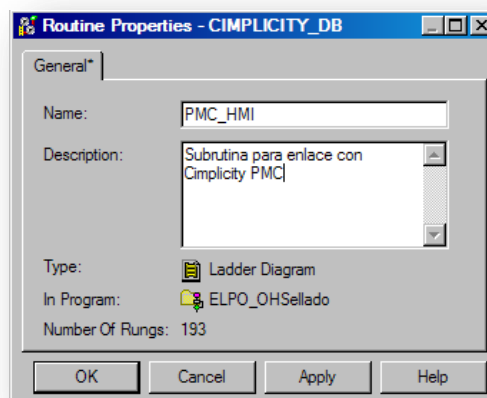


Figura 3.16 Estandarización de nomenclatura subrutina, *RSLogix 5000*.
(Propia Autoría)

- **Variables:** Damos *click* derecho para ingresar en el menú de propiedades de la variable a la que vamos a cambiar de nombre como indica el formato (Figura 3.17).

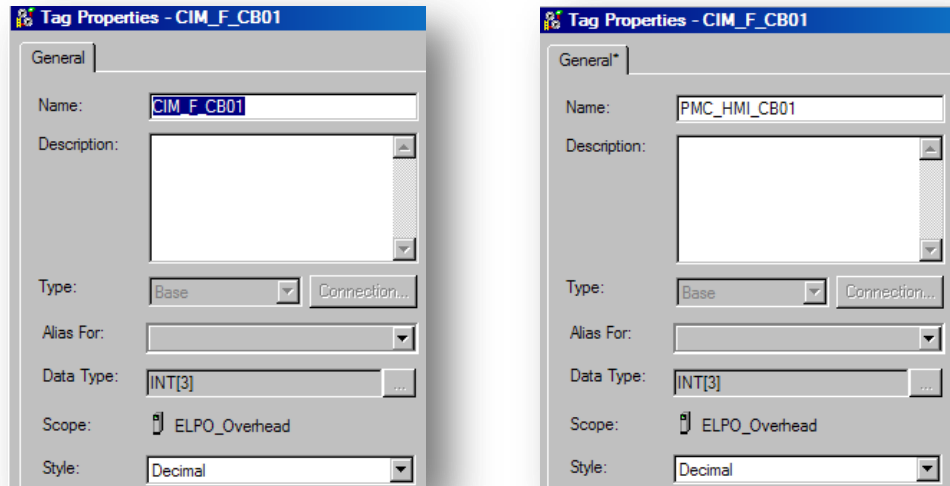


Figura 3.17 Estandarización de nomenclatura *tag*, *RSLogix 5000*.
 (Propia Autoría)

3.2.2 PROGRAMACIÓN DE VARIABLES PARA EL PROYECTO

Para dar valor a las variables que hemos creado necesitamos igualarlas a las variables fuentes propias del programa del PLC, para explicarlo de mejor manera se escogió dos ejemplos:

- Necesitamos mostrar la posición del cargo bus dentro del sistema por lo cual enviaremos este dato mediante la instrucción *MOVE* (Figura 3.18) en donde seleccionaremos la variable fuente y una variable destino, tomando en cuenta que estas dos deben ser del mismo tipo, en este caso es una palabra, es decir 2 bytes.

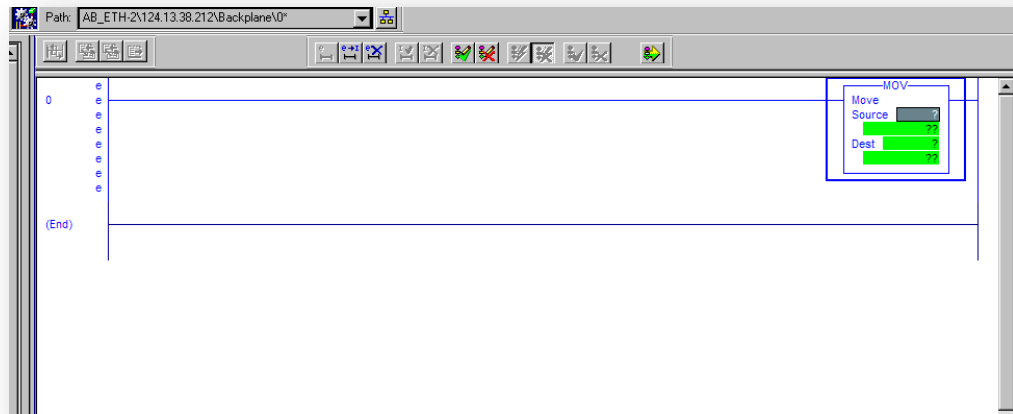


Figura 3.18 Instrucción *MOVE*, *RSLogix 5000*.
(Propia Autoría)

La variable fuente es la variable que contiene el PLC principal y la variable destino es la variable que hemos creado para utilizarla en el Proyecto (Figura 3.19).

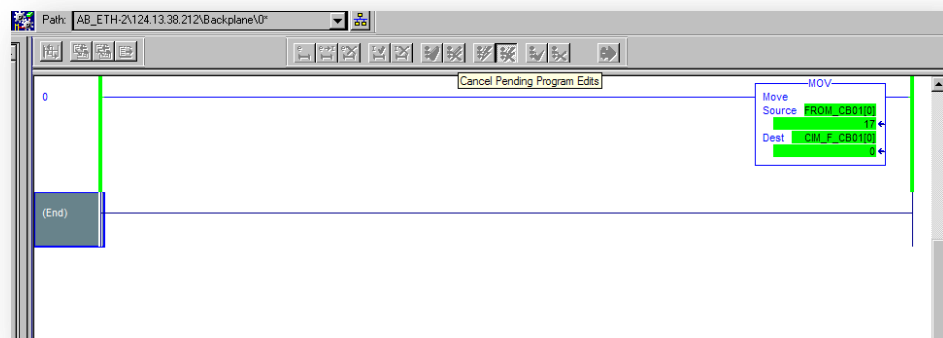


Figura 3.19 Programación instrucción *MOVE*, *RSLogix 5000*.
(Propia Autoría)

- Necesitamos también enviar bits de una palabra en la que se manejan las alarmas de cada cargo bus, entonces utilizamos los comandos examinar si está encendido que encenderá según esta condición a la salida que en este caso es nuestra variable que será enlazada con el *Cimplicity*, este proceso se conoce como la creación de imagen de bits (Figura 3.20).

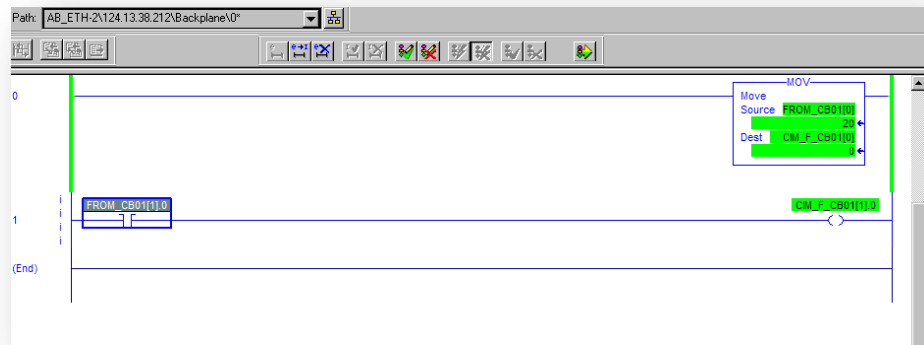


Figura 3.20 Programación *bit a bit*, RSLogix 5000.

(Propia Autoría)

3.2.3 CREACIÓN DE VARIABLES EN CIMPLICITY

Para interpretar los valores de las variables en el *Cimplicity* deberemos crear puntos o variables propias del programa en donde se replicará dichos valores, para esto abriremos el libro de trabajo del proyecto MF_PMC_PLANTA.gef como se muestra en la Figura 3.21.

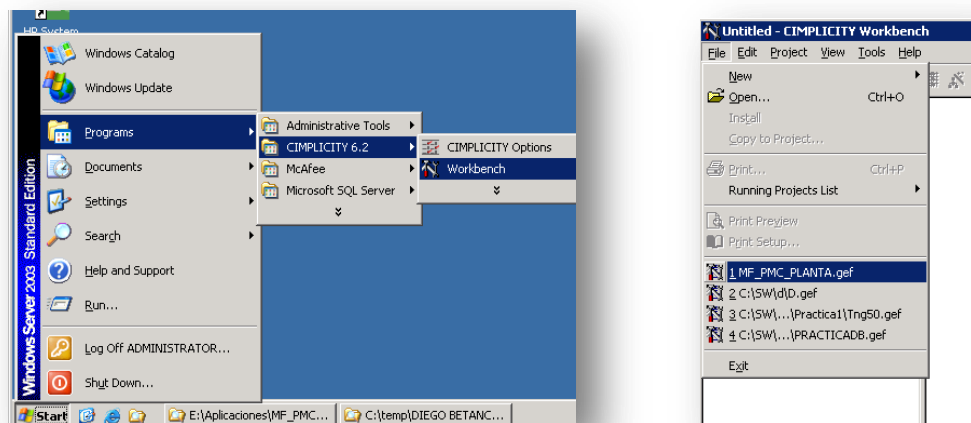


Figura 3.21 Abrir aplicación en el servidor.

(Propia Autoría)

En el entorno de *Workbench* se deberá dar *click* derecho en el icono *Points* como se indica en la Figura 3.22, luego damos *click* en nuevo y se desplegará la pantalla de identificación del nuevo punto en donde se ingresará la descripción, el medio por

donde se adquirirá la información de este punto y la clase de punto es decir si es análogo, booleano o texto, como se indica en la Figura 3.23.

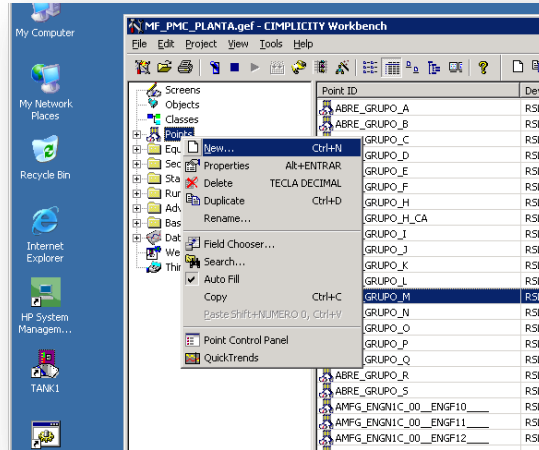


Figura 3.22 Creación nuevo punto, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

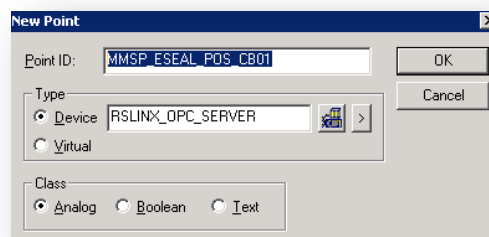
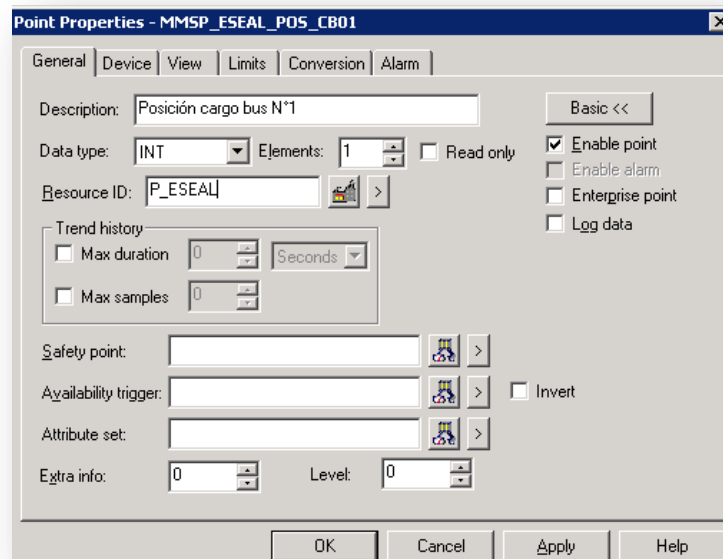
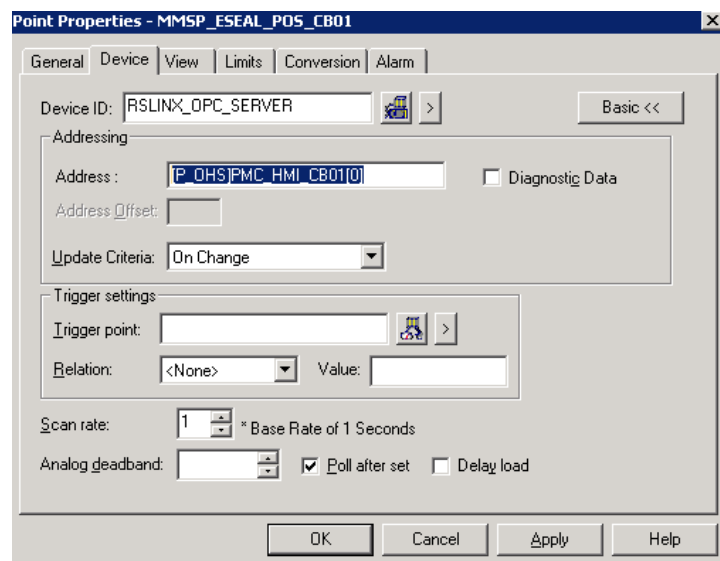


Figura 3.23 Creación nuevo punto, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Al revisar las propiedades del nuevo punto creado se definirá: la descripción del punto, el tipo de dato a manejar, el número de elementos; es decir si se va a interpretar un arreglo de datos, la identificación del medio o *Device* por el cual vamos a realizar el enlace con el PLC, la dirección; es decir hacia que PLC nos dirigimos el Alias creado en el *Topic Configuration* del *RSLinx*, seguido de la variable creada en el PLC, se indicará si se requiere de un registro en el tiempo de la variables por medio del *log data*, si deseamos ingresar límites para que no sobrepase la variable, y si deseamos registrar alarmas en la variable por medio del gestor de alarmas, todas estas propiedades se muestra en la Figura 3.24.



a) Vista General de propiedades punto, *Cimplicity*.



b) Vista *Device* de propiedades punto, *Cimplicity*.

Figura 3.24 Propiedades nuevo punto, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Para aceptar la configuración realizada en el proyecto damos *click* en el icono para actualizar la configuración del proyecto (Figura 3.25):

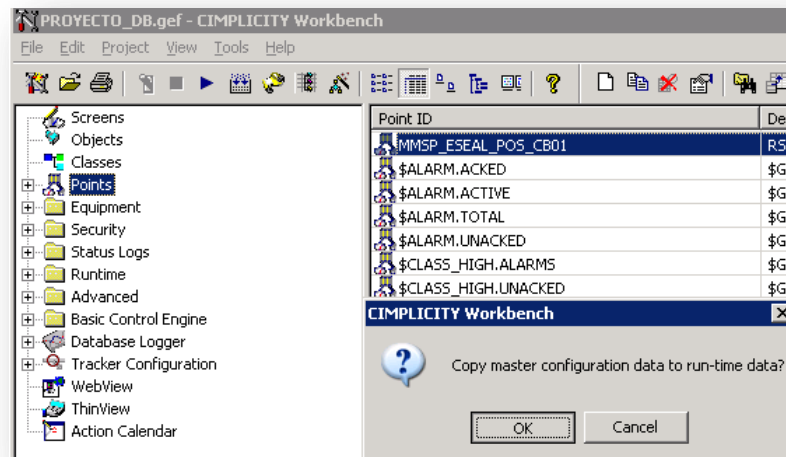


Figura 3.25 Copia de configuración de proyecto, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Luego de copiar o actualizar la configuración del sistema cambiamos el modo del proyecto de *stop* a *run* (Figura 3.26):

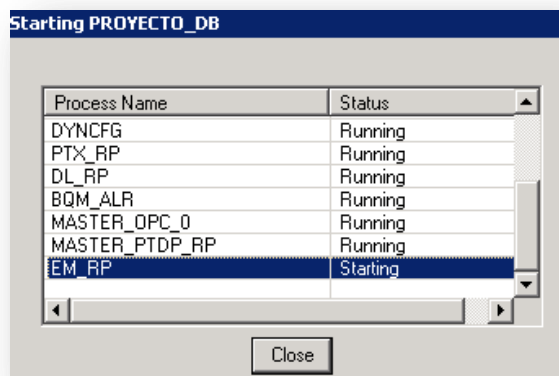


Figura 3.26 Modo *Run*, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Para comprobar que se inició la comunicación luego de crear la variable, damos *click* derecho en el punto y elegimos del menú la opción de *Point Control Panel*, esta es una herramienta que sirve para visualizar el estado del punto y su valor (Figura 3.27):

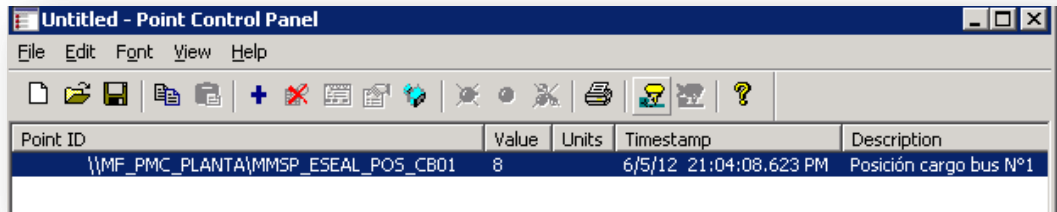


Figura 3.27 Point Control Panel, Cimplicity.
 (Propia Autoría)

Cuando se establece comunicación entre el *Cimplicity* y el *RSlinx*, se impide el realizar modificaciones en la configuración del Tópico y el Alias en el *RSlinx* y aparece el enlace como en la Figura 3.28:

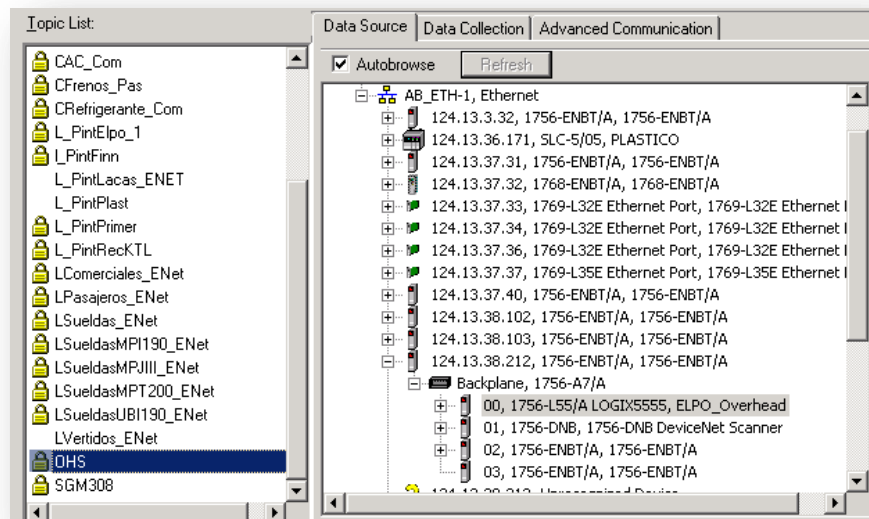


Figura 3.28 DDE/OPC Topic configuration, RSlinx.
 (Propia Autoría)

3.2.3.1 ESTANDARIZACIÓN DE PUNTOS CIMPLICITY⁶⁷

Es muy importante tener los datos creados con etiquetas estandarizadas y nombradas cuidadosamente, para tener facilidad en la clasificación de los puntos, esto nos ayuda a garantizar el correcto direccionamiento en reportes que son vitales para la opera-

⁶⁷ *Cimplicity Naming Conventions Template* (GE Fanuc Automation, 2005)

ción del proceso, se debe definir a la vez el *Resource* para agrupar puntos de ciertos procesos y aislarlos de otros, se tiene 32 caracteres alfanuméricos además de subguión “_” la estructura que deberá tener el punto se muestra en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Nomenclatura general de Puntos.
(GE Fanuc Automation, 2005)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Sys Code	Point Type		Area		Subarea					Equipment Type		Identifier			
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Description												Reserved for future use			

El código del sistema utiliza un solo *Character* en donde se especifica el sistema o aplicación que utiliza el punto, el campo organiza la base de datos de los puntos por aplicaciones, esto permite a los usuarios que filtren información que se despliega por ejemplo en el *Point Control Panel*. El código de sistema es utilizado particularmente para imprimir reportes de tiempo perdido de proceso y aislarlo de otras aplicaciones que no utilizan esta información, los códigos se muestran en la Tabla 3.7:

Tabla 3.7 Códigos de Sistema.
(GE Fanuc Automation, 2005)

System Code	Description
A	Quality Andon System
E	Energy Management
F	Torque Monitoring System (Fastening)
G	Common Error Proofing (GAI, COSS, CQEP, GEP)
H	Human Machine Interface
I	Infrastructure
M	Production Monitoring & Control
O	Option Data Delivery (SFE2CIMP)
P	Electronic Pull System / Production Pull System
Q	Common Quality inspection System
R	Product Routing & Tracking
T	Throughput Data Collection (C-More)
V	Vehicle Component Verification System
X	Process Tools (e.g. Fluid Fill)

Z	Part Pick Error Proofing
---	--------------------------

Los dos siguientes caracteres del tipo de punto definen la función departamento que se encuentran más relacionado en la administración del proyecto (1er *character*) y para qué función sirve el punto (2do *character*), los valores se encuentran a continuación en la Tabla 3.8 y en la Tabla 3.9 respectivamente:

Tabla 3.8 Códigos para 1er Caracter del tipo de punto.
(GE Fanuc Automation, 2005)

Code	Description	Comment
A	Material	Used by EPS
F	Facilities	Not tied to production
L	Tooling	Related to tooling
M	Maintenance	Responsible for equipment
P	Production	Responsible for production
Q	Quality	Used by QAS, CQiS, GEP
S	Systems	Related to computers
T	Throughput	Related to blocked and starved (Interlocks?)

Tabla 3.9 Códigos para 2do Caracter del tipo de punto.
(GE Fanuc Automation, 2005)

Code	Description
A	Alarm
C	Count or Counter
D	Tracker Region Display
F	Fault
I	Internal
P	Recipe
R	Request
S	Status
T	Timer (Duration)
W	Warning
X	Control (Setpoints)
Y	Calculated Rate or Speed

El área en donde el punto va a ser utilizado se utiliza para el filtro de puntos por área y los códigos se muestran la Tabla 3.10:

Tabla 3.10 Códigos para Área del punto.
(GE Fanuc Automation, 2005)

Assembly Plant		Metal Center	
Area Code	Description	Area Code	Description
B_	Body Shop (single line plant)	AS	Metal Assembly
Bx	Body Shop (multiple line plant)	BL	Blank & Shear
F_	Facilities (includes offices)	CV	Conventional Press Line
Fx	Facilities (e.g., different bldgs)	F_	Facilities (includes offices)
G_	General Assy (single line plant)	Fx	Facilities (e.g., different bldgs)
Gx	General Assy (multi. Line plant)	FP	Footprinted Press Line
P_	Paint Shop (single line plant)	IM	Injection Mold
Px	Paint Shop (multiple line plant)	MH	Material Handling
SW	Site Wide	PL	Plant
SY	Systems	SN	Synchromatic Press Line
		SW	Site Wide
		SY	Systems
		TP	Transfer Press Line
		PR	Progressive Press Line

Para la nomenclatura de sub-área se utiliza 5 caracteres que ayudan a filtrar al punto dentro de un área, esta nomenclatura es muy importante ya que todos los puntos que sean creados para un equipo sin importar que función tengan deberán coincidir en el sub-área, lo cual beneficia al momento de programar un informe (Tabla 3.11).

Tabla 3.11 Códigos de Sub-áreas.
(GE Fanuc Automation, 2005)

Assembly Plant Subareas			
SubareaCode	Description	Extensions	Comment
ALINE	A Line (etc.)	1 st Char is Line A,B,C...	Truck Plant Body Shop Line



ARZN_	A RightZone (etc.)	2 nd Char can be R (right), L (left), N (North), S (South), etc.	
AZONE	A Zone (etc.)	1 st Char is Zone A,B,C...	Truck Plant Body Shop Zone
DASH_	Dash Line		Car Plant Body Shop Dash Line
EMPTY	Empty Carrier Return		
FESM_	Front EndSheet Metal		Car Plant Body Shop
SAGO_	SAGO		
TAILG	Tailgate line		
UNBDY	Underbody		Car Plant Underbody Line
BTHxx	Booth	xx = 01, 02, 03..., or	
		PR (Prep Booth)	
		LQ (Lacquer Booth)	
		PS (Primer Sur-facer Booth)	
		TT (Two Tone Booth)	
CQIS_	CQIS Interface Re-source		
DEVEL	PLC Test/Development Area		
ELPO_	Elpo		
FINSx	Finesse	5th Char can be R (right), L (left), N (North), S (South), etc.	
FPOL_	Final Polish		
GJB__	Good Job Bank		
MASK_	Masking Deck		
MODxx	Paint Modules	xx = 01,02,03...	
OK__	OK Job Bank		
PHOS_	Phosphate		
PREP_	Prep Deck		
PRIME	Primer Area		
PRJT_	PR&T Project Wide Resource		
PRSFR	Primer / Surfaceraea		
REPR_	Repair		Includes "Spot"

ESEAL_	Sealer Deck		
SELECT	Selectivity Bank		(aka Mixbank or AS/RS)
CHASx	Chassis	x = ' ' or 1,2,3...	
ENGN			
FINLx	Final Line(s)	x = ' ' or 1,2,3...	
PNLSx	Body Panels	x = ' ' or 1,2,3...	Used for separate body panels line
REPR_	Repair		
TIRE_	Tire Room		
TRIMx	Trim Shop	x = ' ' or 1,2,3...	
EPSST	EPS Station		Used for a "floating" EPS station
PLANT	Entire plant		Plant wide resources
TANKF	Tank Farm		

El resto de caracteres del punto se pueden utilizar a conveniencia del usuario en donde se detallará el tipo de equipo, la identificación, la descripción.

Como podemos observar la nomenclatura de los puntos es muy importante para filtrar información que es relevante para ciertos usuarios, pero debemos tomar en cuenta que esta información únicamente maneja el personal que administra el sistema o el proyecto quien se encargará de programar informes extrayendo valores de la base de datos de cada proceso, desplegará alarmas o fallas del sistema, el estado del proceso, entonces esta nomenclatura sirve para filtrar todo este tipo de información, como recomendación no se deben utilizar tantos filtros para los puntos, ya que se va a llegar a la confusión, como sugerencia se debe insertar 2 filtros en la nomenclatura y los más importante son el área, y la sub-área a la que pertenece el punto.

Como ejemplo se presenta la nomenclatura de un punto del proyecto:

Sistema : M PM&C.
 Tipo de Punto : MS Estado para utilización Dpto. Mantenimiento.
 Área : P_ Planta de Pintura.
 Sub área : ESEAL_ Cabina de Sellado.
 Descripción : POS_CB01 Posición del Cargo Bus N°1.

La nomenclatura para la variable que indica la posición del Cargo bus N°1 sería:

MMSP_ESEAL_POS_CB01

3.3 ENLACE Y COMUNICACIÓN CON EL PLC LOGIX 5000

Para enlazar la comunicación entre el *PLC* principal del proceso y el servidor *Cimplicity* se deberá realizar configuraciones que permitan el enlace.

3.3.1 ENLACE RSLINX ROCKWELL

Para enlazar al *PLC* principal del proceso con el *Cimplicity* se utiliza *RSLinx de Rockwell Automation* que es un *Software* que sirve para establecer comunicaciones con el programador, en este caso la versión que se encuentra instalada en el servidor es la V2.51.

Lo primero que debemos realizar es crear el enlace con el *PLC* desde el *RSLinx*, entonces abrimos al programa como muestra la Figura 3.29:

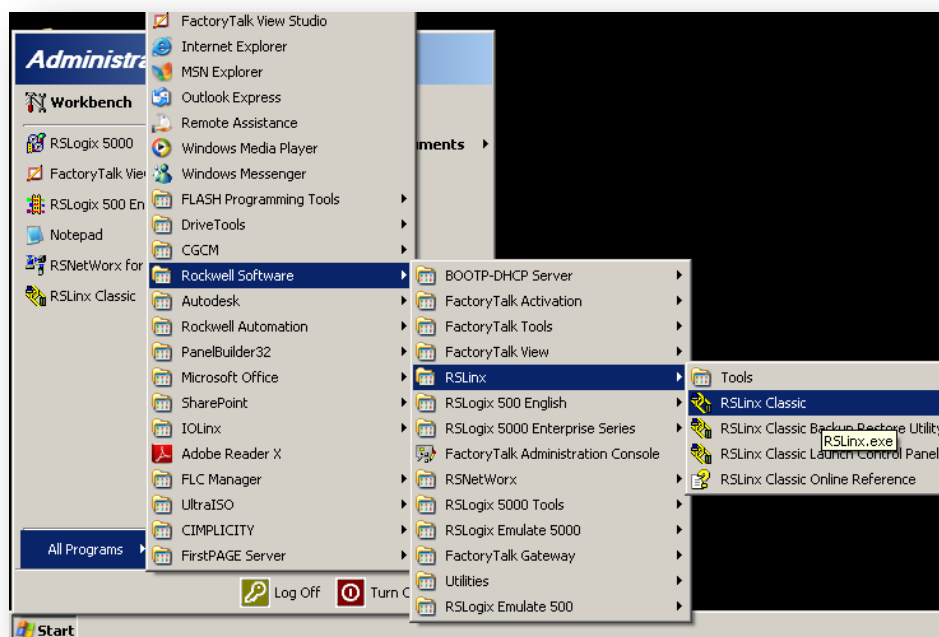


Figura 3.29 Ingreso al RSLinx, Rockwell Software.
(Propia Autoría)

Una vez abierto el programa nos dirigimos desde el menú comunicaciones y hacemos *click* en la opción configuración de *drivers* (Figura 3.30):

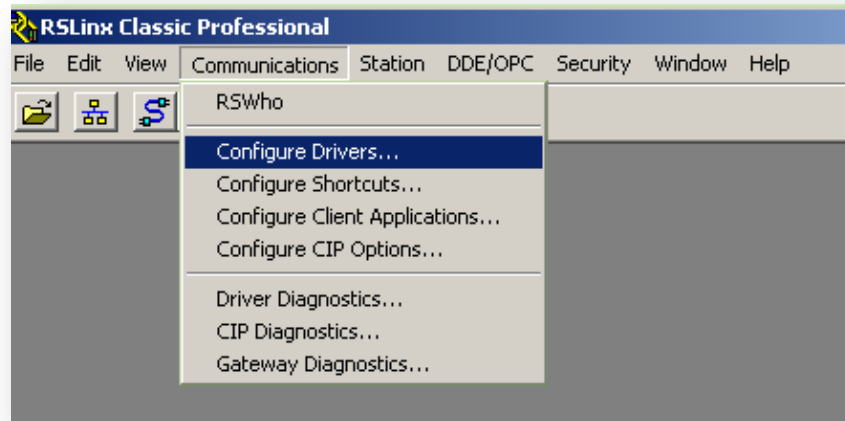


Figura 3.30 Configuración *Drivers*, *RSLinx*.
(Propia Autoría)

En esta opción podremos configurar la comunicación con el dispositivo de campo, indicando el tipo de comunicación y configurando el enlace, se puede observar las comunicaciones existentes creadas por el usuario para los diferentes dispositivos (Figura 3.31):

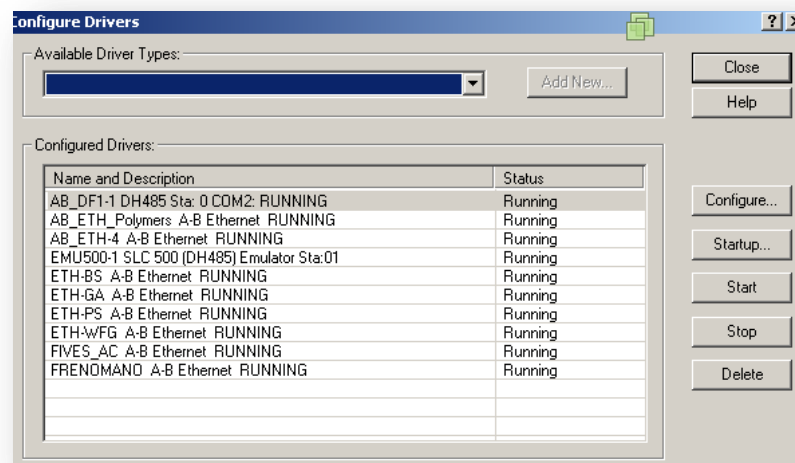


Figura 3.31 Creación nuevo *driver*, *RSLinx*.
(Propia Autoría)

Damos *click* en la flecha del recuadro de color azul y nos despliega un menú con las opciones de comunicación como se muestra en la Figura 3.32, en donde elegimos la opción de *Ethernet Devices*:

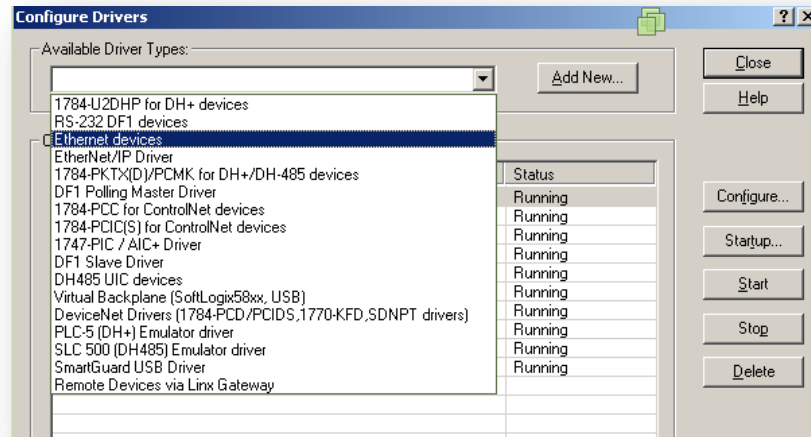


Figura 3.32 Selección tipo de *Driver*, *RSLogix*.
(Propia Autoría)

Añadimos la comunicación con el botón *Add New* en donde se despliega una pantalla con opción de ingresar un nombre para la comunicación a la cual hemos dejado sin modificar (Figura 3.33):

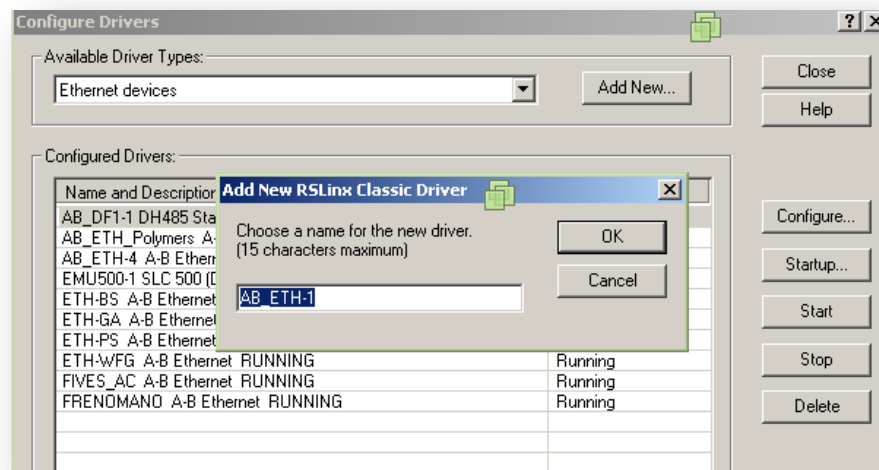


Figura 3.33 Nombramiento *Driver* de comunicación, *RSLogix*.
(Propia Autoría)

Al presionar *OK* se desplegará una pantalla con la opción de ingresar la dirección IP del dispositivo con el que nos vamos a conectar, en donde vamos a ingresar la direc-

ción *IP* del *PLC* principal del proceso, en nuestro caso es: 124.13.38.212 y lo añadimos (Figura 3.34):

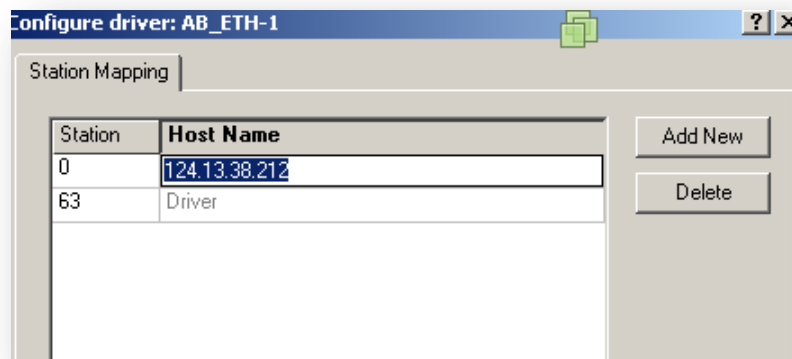


Figura 3.34 Ingreso de dirección *IP Device, RSlinx*.
(Propia Autoría)

Luego nos dirigimos al menú de comunicaciones y escogemos la opción *RSWho* en donde muestra las conexiones habilitadas como se muestra en la Figura 3.35:

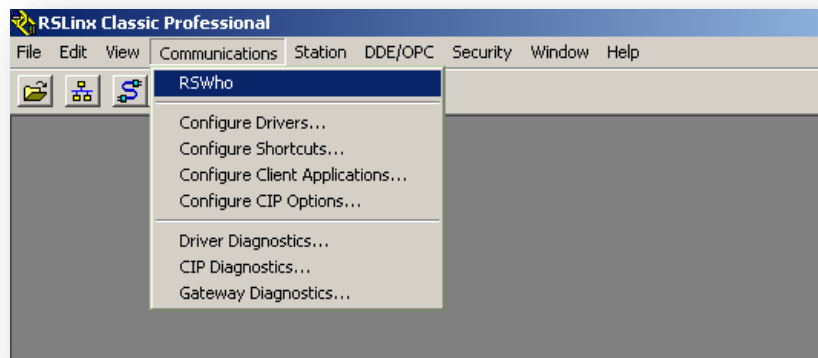


Figura 3.35 Ingreso *RSWho, RSlinx*.
(Propia Autoría)

Al ingresar en el *RSWho* el *driver* configurado automáticamente aparecerá junto con el dispositivo que se encuentra añadido y las redes conectadas al dispositivo, en este caso mostrará el procesador del *PLC*, el *Scanner* de la red *DeviceNet* y los dos *Scanners Ethernet*; uno que es utilizado para comunicarse con la red de comunicaciones de toda la planta en donde nos conectamos al *Cimplicity* y el otro para una red de comunicaciones interna del proceso para comunicarse con los 12 *Cargo Buses* que se encuentran en el *Loop* (Figura 3.36):

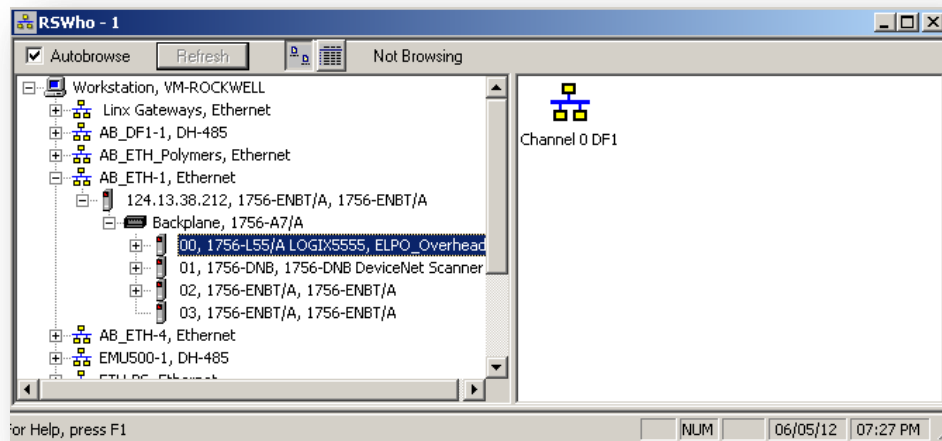


Figura 3.36 Identificación *PLC* principal del *Over Head de Sellado*, *RSLinx*.
(Propia Autoría)

El *RSLinx* tiene una herramienta denominada *DDE/OPC (Data Exchange / Ole for Process Control)* el cual crea el enlace con el *Cimplicity* directamente. Al entrar en el menú *DDE/OPC* elegimos la opción *Topic Configuration* en donde configuraremos el *Path* de comunicaciones que es hacia donde vamos a comunicarnos (Figura 3.37):

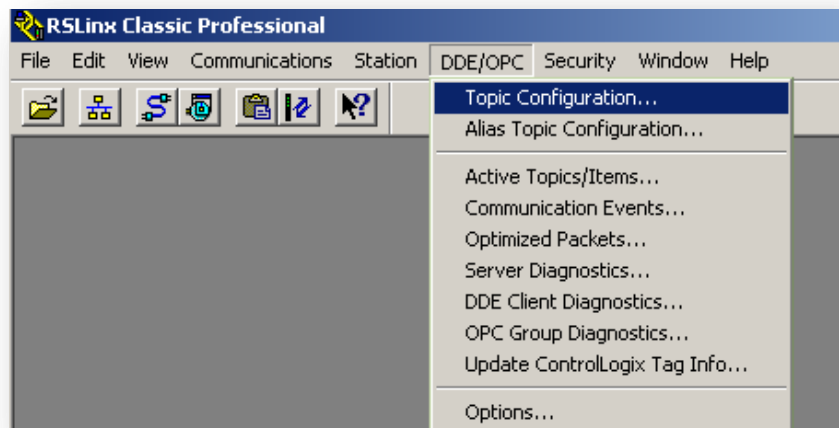


Figura 3.37 *RSLinx Professional*.
(Propia Autoría)

En esta instancia añadimos un tópico de comunicaciones que lo denominaremos con las siglas “OHS” de *Over Head* de Sellado e indicaremos el “*path*” de comunicaciones que creamos anteriormente; exactamente apuntando al procesador del *PLC* (Figura 3.38):

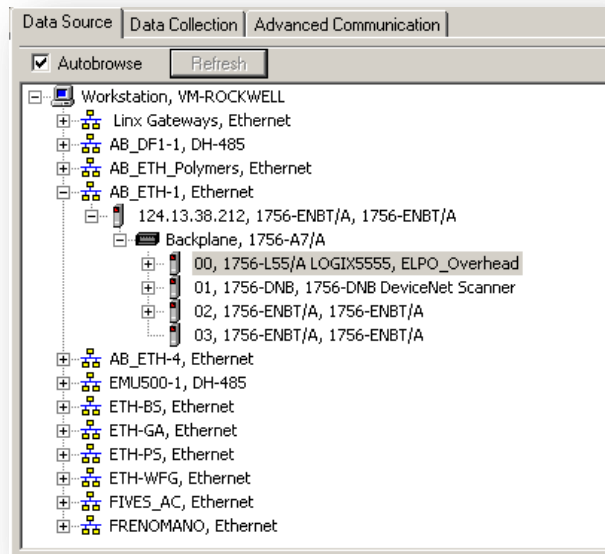


Figura 3.38 Topic Configuration, RSLinx.
(Propia Autoría)

Luego presionamos el botón “*Done*” para aceptar el cambio que realizamos, al momento de volver ingresar al DDE/OPC *Topic configuration* aparecerá nuestro tópico creado para el OHS direccionando el *path* de comunicaciones al procesador del PLC.

Como siguiente paso debemos realizar ingresamos al menú DDE/OPC opción Alias *Topic Configuration* que es en donde nosotros creamos la comunicación que enlazaremos con el Tópico creado anteriormente Figura 3.39:

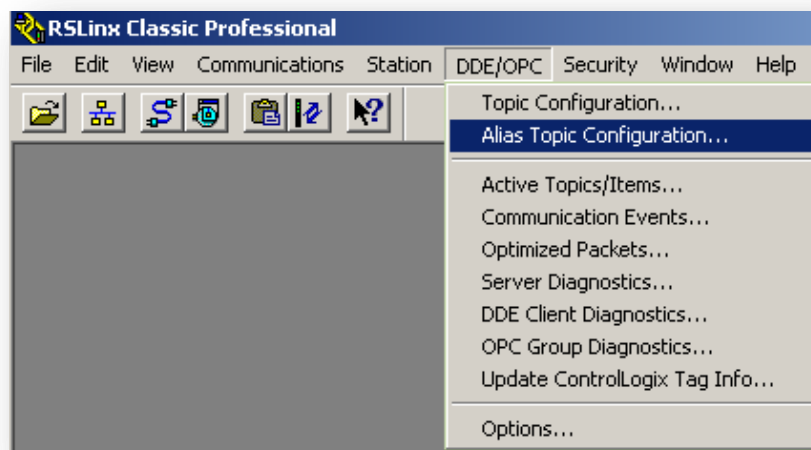


Figura 3.39 Alias Topic Configuration, RSLinx.
(Propia Autoría)

Ingresamos el nombre de la configuración de Alias como “P_OHS” debido a que el proceso del *Over Head* de Sellado pertenece a la planta de Pintura, luego de esto en la lista de tópicos creados y hábiles para el enlace nos aparecerá para poder añadir a la configuración del Alias (Figura 3.40):

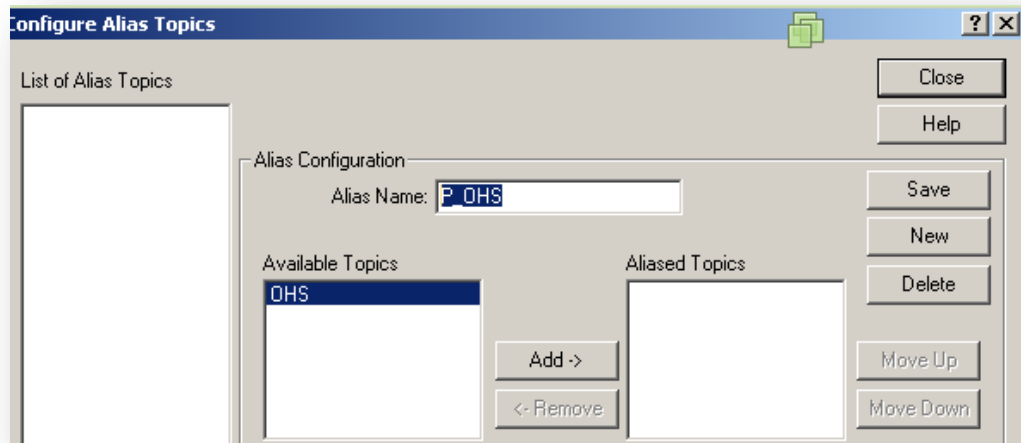


Figura 3.40 Configuración Alias, *RSlinx*.
(Propia Autoría)

Añadimos el tópico antes creado y procedemos a guardar la configuración, el enlace del PLC con el *Cimplicity* fue creado, ahora resta realizar la configuración del proyecto en el *Cimplicity*.

3.3.2 ENLACE CIMPLICITY

Para habilitar el enlace entre el proyecto en el *Cimplicity* con el *PLC* se deberá realizar la configuración en el *Workbench*, (Figura 3.41):

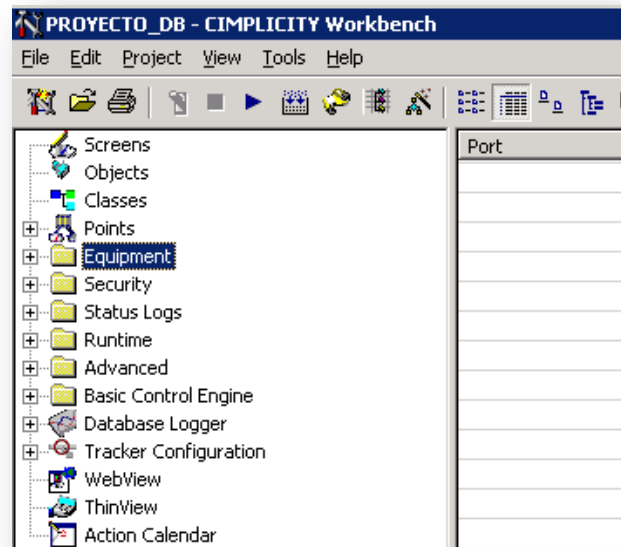


Figura 3.41 Workbench, Cimplicity.
(Propia Autoría)

En la carpeta denominada Equipment seleccionamos un nuevo puerto de comunicaciones (Figura 3.42):

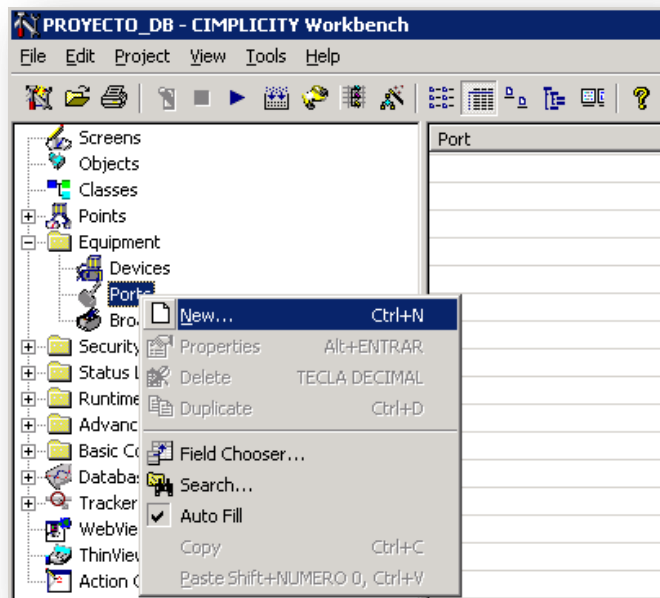


Figura 3.42 Puertos de comunicación, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Denominando a la identificación del protocolo automáticamente como OPCCLIENT y el puerto como *OPC_0* (Figura 3.43):

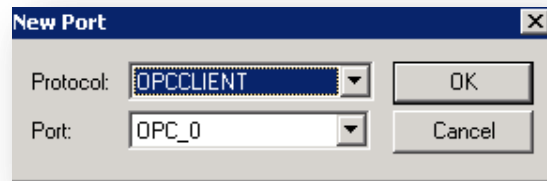


Figura 3.43 Configuración nuevo puerto de comunicación, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Al aceptar aparecerá una ventana que muestra las propiedades del puerto creado (Figura 3.44) en donde le daremos una descripción y como nomenclatura será definido como *OPC Client Port*.

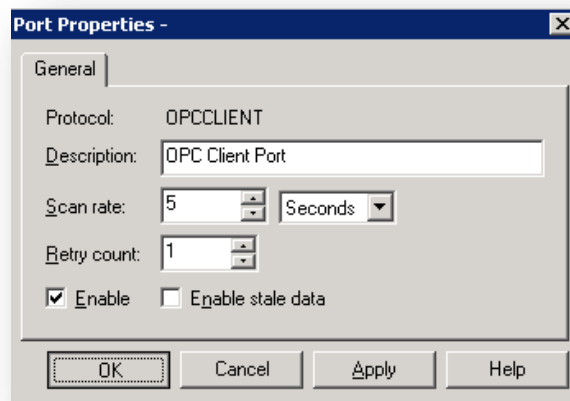


Figura 3.44 Propiedades puerto de comunicaciones, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Luego de esta acción el puerto quedó configurado como se muestra en la Figura 3.45:

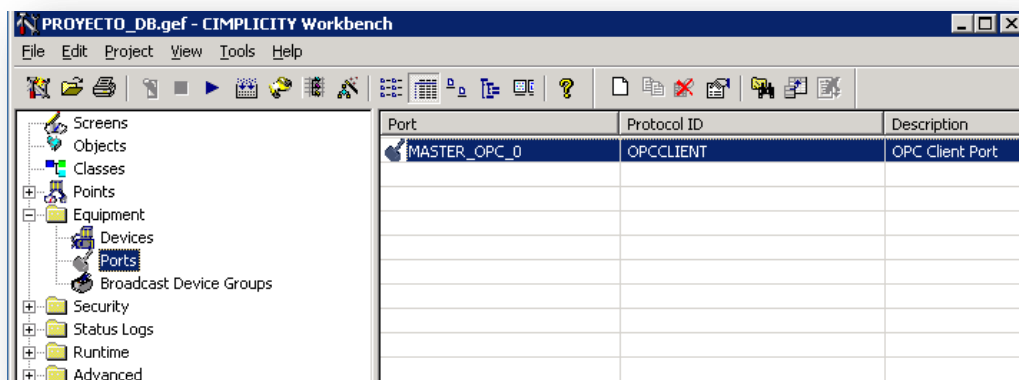


Figura 3.45 Puerto creado para comunicación, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Una vez creado y configurado el puerto de comunicación damos *click* en la opción *Devices* del menú *Equipment* (Figura 3.46) para crear un nuevo *device*:

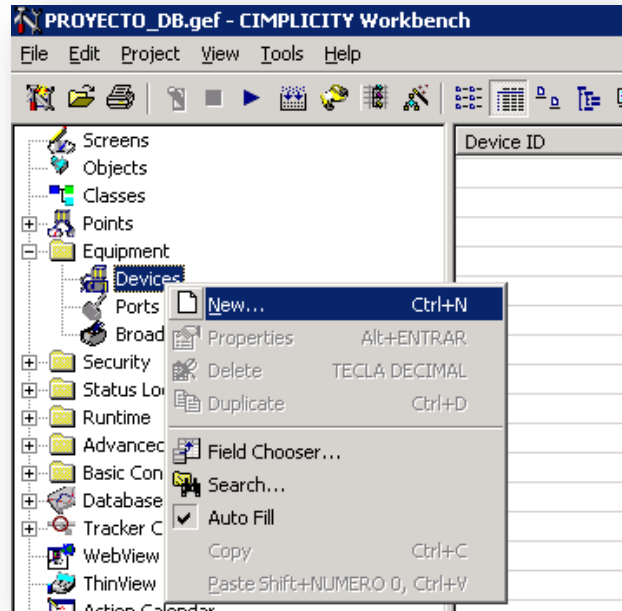


Figura 3.46 Devices, Cimplicity.

(Propia Autoría)

Se mostrará una pantalla en donde debemos ingresar el nombre del *device* que vamos a crear (Figura 3.47), en donde lo nombraremos como RSLINX_OPC_SERVER:

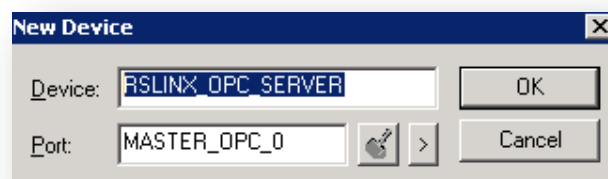


Figura 3.47 Creación nuevo *device* de comunicación, Cimplicity.

(Propia Autoría)

Al aceptar la creación aparecerá la pantalla de propiedades del nuevo *device* creado, en donde ingresamos la descripción “RSLinx OPC Server”, adicionalmente se seleccionará automáticamente el puerto creado anteriormente (Figura 3.48):

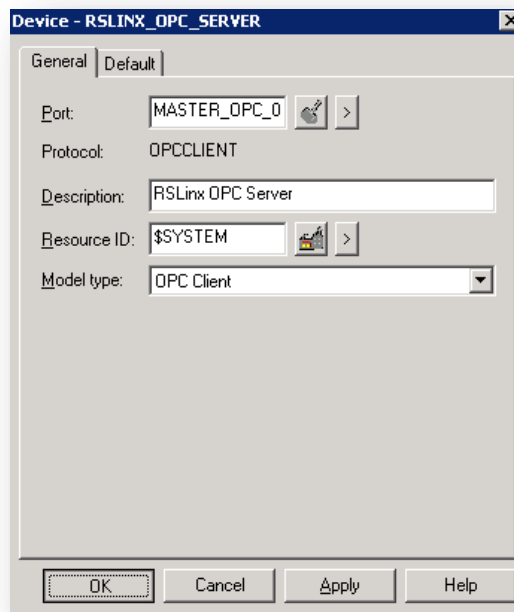


Figura 3.48 Descripción nuevo *Device*, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Con esto queda configurado el proyecto del *Cimplicity* para que inicie comunicación con el *RSLinx* de *Rockwell*, recordemos que la comunicación se realizará cuando el *Cimplicity* requiera información del *PLC* a través del *RSLinx*, es decir cuando se creen pantallas de visualización y se creen puntos que se enlacen con variables del *PLC*.

El siguiente paso para la comunicación es agregar puntos y es en la configuración de los puntos que se ingresa en la pestaña *DEVICE* la identificación del dispositivo la cual será *RSLINX_OPC_SERVER* que es la configuración que fue creada en el *Cimplicity*.

3.4 DISEÑO DE PANTALLAS DEL PROCESO

Debemos recordar que el objetivo principal de la interfaz humano – máquina es el de proveer información que no se encuentra disponible en un *Panel View* que se encuentra probablemente muy cerca del proceso, por lo tanto el diseño de las pantallas de interfaz deben ser lo más entendibles posible y amigables con el usuario, tampoco deben contener animaciones para evitar que el monitoreo del proceso sea realizado



en un 100% desde el sistema sino más bien sea considerado como una herramienta de ayuda.

Como primer paso para la creación de las pantallas debemos considerar la nomenclatura de las mismas como estándar de General Motors.

3.4.1 ESTANDARIZACIÓN DE PANTALLAS CIMPPLICITY⁶⁸

Todas las pantallas tanto de monitoreo, como de alarmas y reportes a excepción de las pantallas de ayuda deberán tener 3 áreas definidas y limitadas claramente:

- En el encabezado colocaremos en orden de izquierda a derecha, 3 teclas de navegación una para retroceder de pantalla, otra para ir a la pantalla de inicio y otra de navegación adelante que en el caso del proyecto del PM&C de General Motors Ecuador se encuentra deshabilitada. En el centro del encabezado ingresaremos el título de la pantalla y en su parte inferior la fecha y hora seguida del nombre de la pantalla, en la parte derecha se colocará 4 teclas para filtrar información para 1ero, 2do, 3er turnos o el día total de producción. (Figura 3.49)
- El cuerpo de la pantalla puede contener el diseño del proceso, despliegue de averías, creación de reportes, etc.
- En la parte inferior de la pantalla se programar botones de navegación de acceso rápido correspondientes a las 12 teclas de funciones a los que se las va a asignar acciones específicas, obligatoriamente como muestra la Tabla 3.12.

⁶⁸ *Cimplicity Screens Standards* (GE Fanuc Automation, 2005)

Tabla 3.12 Descripción teclas de función pantalla, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Tecla	Función
F1	Ayuda
F3	Reportes
F5	Alarmas
F12	Salir



Figura 3.49 Pantalla Genérica, *Cimplicity*.

(GE Fanuc Automation, September, 2005)

Para nombrar las pantallas que vamos a crear en el proyecto utilizamos la Tabla 3.13:

Tabla 3.13 Nomenclatura General Pantalla, *Cimplicity*.
(GE Fanuc Automation, September, 2005)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Sys	Area		Subarea					Screen			Description				
Code								Type							
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	...	255
Description (continued)															

Como podemos observar la nomenclatura para las pantallas es muy parecida a la de los puntos por lo cual nos referiremos a las Tablas 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11 para de-



terminar el código del sistema, área, sub-área respectivamente, para definir el tipo de pantalla nos referimos a la Tabla 3.14 en donde se muestra varios códigos para asignar al tipo de pantalla que necesitamos crear:

Tabla 3.14 Tipos de pantallas, *Cimplicity*.
(GE Fanuc Automation, September, 2005)

Screen Type	Description	Example
CFG	Configuration	PLC configuration for GAI, Torque tool configuration
CNT	Counts	Production/Bank Counts Screen
CNV	Conveyor	Body Shop Conveyor Screen
FAC	Facilities	PLC Status Screen
HLP	Help	Legend, Help
HMI	Human Machine Interface	Wheel Alignment System Screen
HST	Histogram	C-MORE Histogram Screen
LMO	Line Monitor	From CIMPLICITY/AIX, MFD Detail, LT, Perf, OEE
MNU	Menu Screen	Line Menu, Top Level PM&C Screen
OPG	Operations Guide	Alarm Status Color Chart
OVR	Overview	Plant Overview, Body Shop Overview Screen
PRD	Process Data	From CIMPLICITY/AIX, MFD Recipe
RTA	Real Time Annotation	Real Time Annotation, Codes

En el espacio destinado para la descripción de la pantalla es aconsejable dar un detalle específico de la pantalla, por ejemplo:

- MP_ESEAL_HLP_PRC_GRL.cim

3.4.2 CREACIÓN DE PANTALLAS

La pantalla inicial (Figura 3.50) de todo el proyecto de monitoreo de la planta de General Motors Ecuador permite revisar el *Scada* de las tres plantas de ensamble que son Pintura, Sueldas y Ensamble.

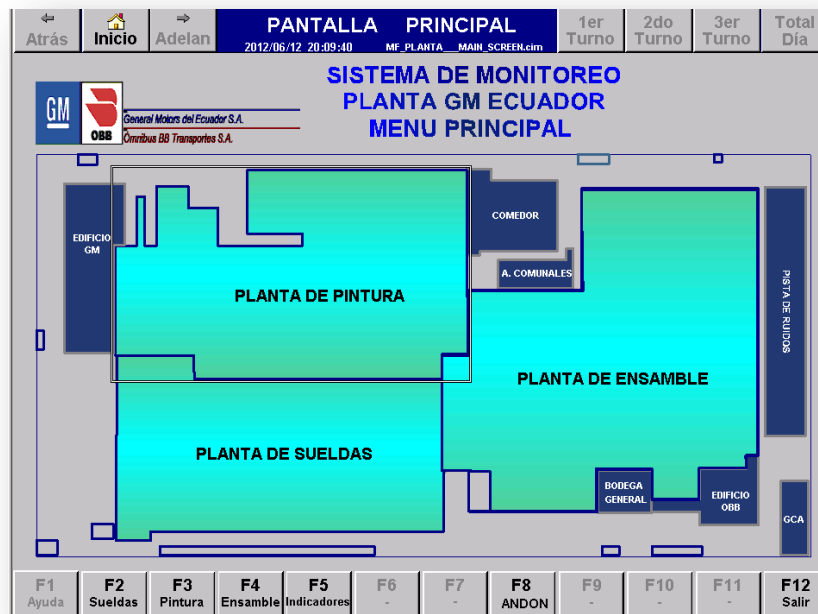


Figura 3.50 Pantalla Principal PM&C General Motors Ecuador, Cimplicity.
(Propia Autoría)

Luego de ingresar a la planta de Pintura el usuario podrá acceder a los 5 procesos que conforman la planta, uno de estos es el proceso *Over Head* de Sellado de color Azul, (Figura 3.51).

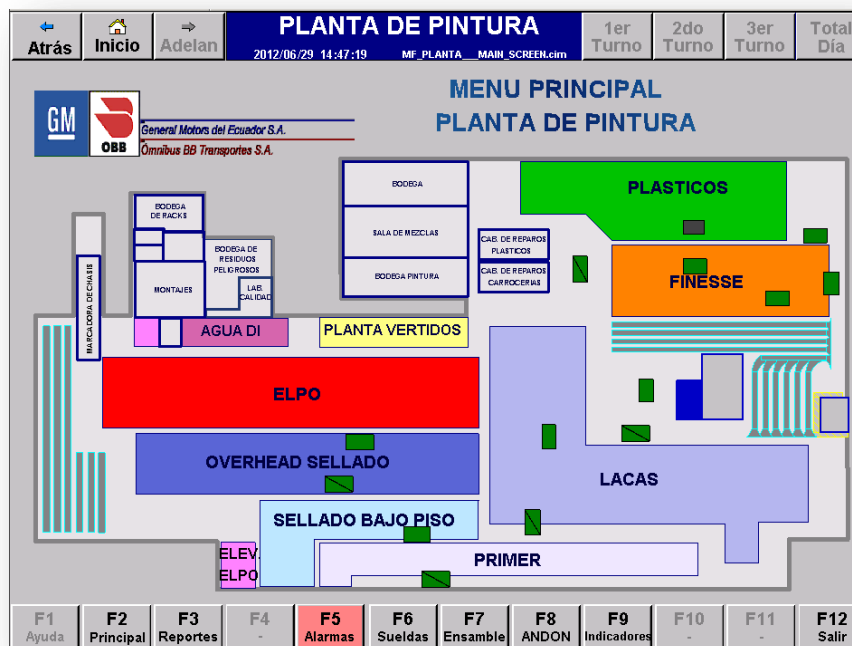


Figura 3.51 Pantalla Principal de la Planta de Pintura GM Ecuador, Cimplicity.
(Propia Autoría)

3.4.2.1 ADMINISTRADOR DE USUARIOS

Al ingresar al proceso *Over Head* la primera pantalla a la que tendrá acceso el usuario es la pantalla de identificación en donde deberá ingresar el nombre de usuario que fue asignado y su contraseña correspondiente (Figura 3.52).

El usuario no tendrá límite de número de intentos para ingresar y cuando lo haga correctamente el perfil de usuario con el que entró tendrá vigencia a partir de ese momento hasta que cierre sesión.

Atrás	Inicio	Adelante	INICIO DE SESIÓN 2012/06/29 15:06:23 MP_ESEAL_LMO_USERS.cim		1er Turno	2do Turno	3er Turno	Total Día
-------	--------	----------	---	--	-----------	-----------	-----------	-----------

GENERAL MOTORS OMNIBUS BB
PROCESO OVER HEAD SELLADO

NOMBRE DE USUARIO Y CONTRASEÑA

LOG IN

LOG OUT

F1 Ayuda	F2 Principal	F3 -	F4 Finesse	F5 Alarmas	F6 Elpo	F7 Plásticos	F8 -	F9 Lacas	F10 Primer	F11 T. Sellado	F12 Salir
-------------	-----------------	---------	---------------	---------------	------------	-----------------	---------	-------------	---------------	-------------------	--------------

Figura 3.52 Identificación de usuarios, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Al presionar el botón “NOMBRE DE USUARIO Y CONTRASEÑA” aparecerá un cuadro de dialogo que le pedirá el ingreso de nombre de usuario como muestra la Figura 3.53., luego de ingresado el nombre de usuario y al aceptar, se desplegará otro cuadro de dialogo en donde ingresaremos la contraseña como muestra la Figura 3.54

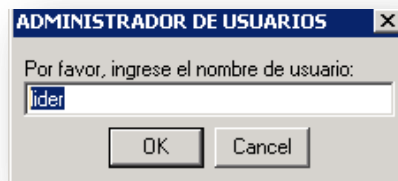


Figura 3.53 Ingreso de nombre de usuario, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

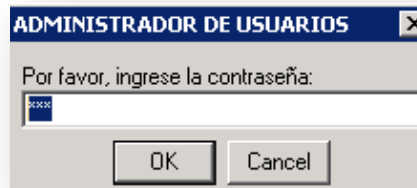


Figura 3.54 Ingreso de contraseña, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Al equivocarse en el ingreso del nombre de usuario o de la contraseña el sistema nos mostrará un cuadro de información el cual nos dará el mensaje mostrado en la Figura 3.55.

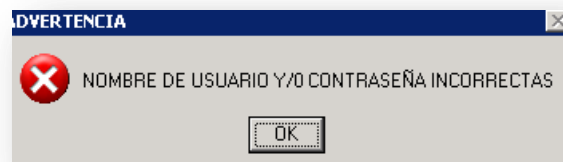


Figura 3.55 Cuadro de información ingreso erróneo, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Luego de ingresar correctamente el nombre de usuario y contraseña aparecerá un cuadro de información que le indicará el perfil del usuario que ha ingresado, (Figura 3.56).

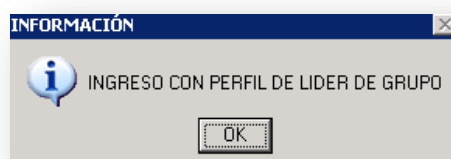


Figura 3.56 Cuadro de información de perfil, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Una vez presionado el botón “OK” del cuadro de información se regresará a la pantalla de ingreso de usuario pero esta vez se podrá acceder al proceso a través del botón “Log In” como se muestra en la Figura 3.57.



Figura 3.57 Ingreso al proceso, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Al ingresar al proceso *Over Head* de Sellado por medio del uso del botón *Log In* aparecerá la pantalla principal del proceso en donde podremos desplazarnos a través de todas las pantallas que posee el proyecto como se muestra en la Figura 3.58.

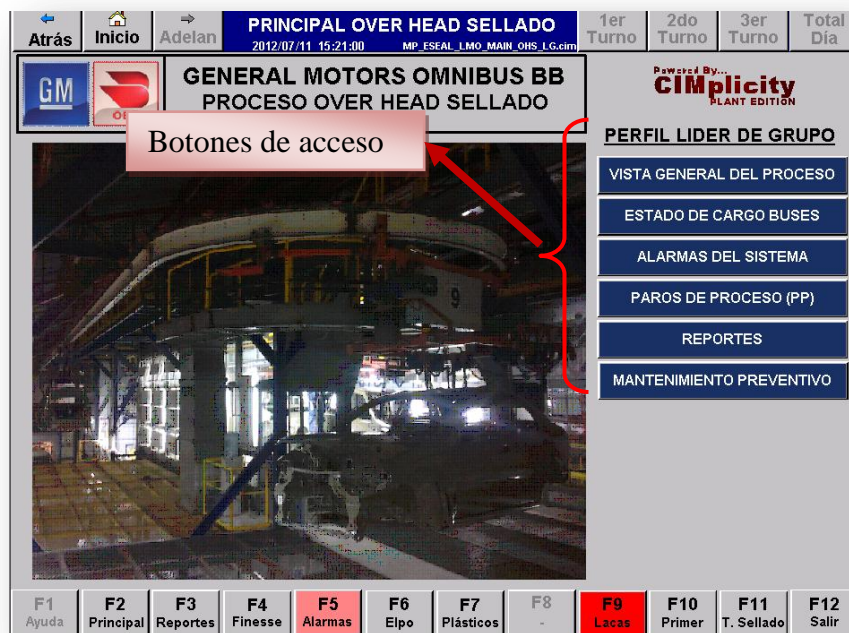


Figura 3.58 Pantalla Principal con Perfil de Líder de grupo, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Al presionar el botón *Log Out* se saldrá del perfil que se ha ingresado y no permitirá ingresar al sistema, sino hasta volver a ingresar el nombre de usuario y contraseña.



En caso de olvido de su contraseña y/o nombre de usuario se deberá comunicar al administrador del sistema *Scada*.

3.4.2.2 VISTA GENERAL DEL PROCESO

El diseño de la pantalla general partió tomando en cuenta los planos estructurales del proceso como se muestra en la Figura 3.59:

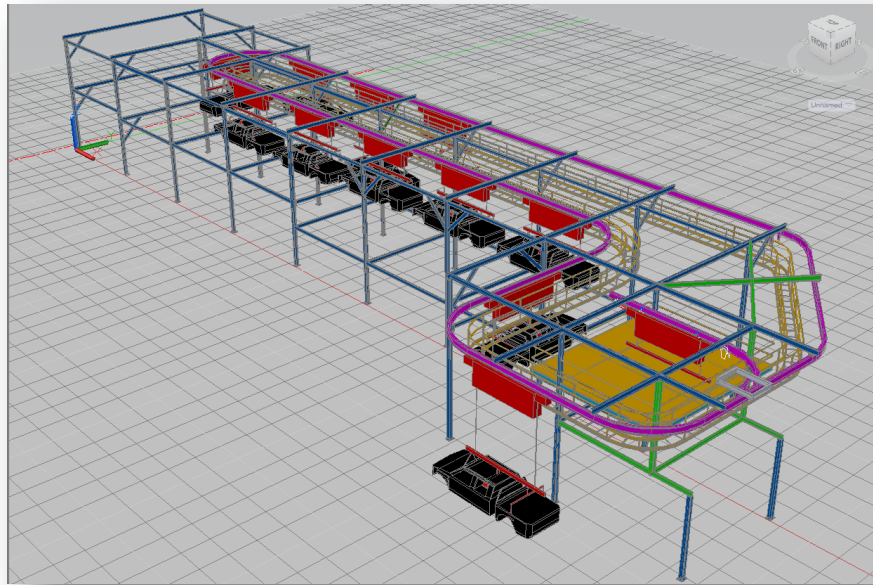


Figura 3.59 Modelación Estructural, *Over Head* de Sellado.
(General Motors OBB, 2012)

Como se mencionó al inicio del capítulo se debe diseñar las pantallas de manera que el operador la interprete intuitivamente, por esta razón y escogiendo cierta información que el usuario final solicitó se realizó el diseño de la pantalla general del proceso como se muestra en la Figura 3.60.

Se puede tener información de la ubicación de cada cargo bus dentro del circuito cerrado de proceso y también en la zona de mantenimiento de cargo buses que es en donde se encuentra el cargo bus N°12 en este caso. Se tiene información si el sistema se encuentra en falla, el lugar de ubicación de la falla a través de los cuadros o estaciones. Esta pantalla también proporciona información acerca del tiempo de permanencia de los cargo buses en cada estación, estado de paros de proceso ubicados en

cada estación de trabajo, estado de paros de emergencia ubicados a lo largo del circuito cerrado del proceso, cantidad de unidades producidas, el tiempo de duración de falla del sistema en el turno actual, el estado de las *Stack Lights*, que muestran en porcentaje el avance del tiempo de proceso en cada estación de trabajo, el tiempo de ciclo de la estación de lijado 2 a petición de producción.

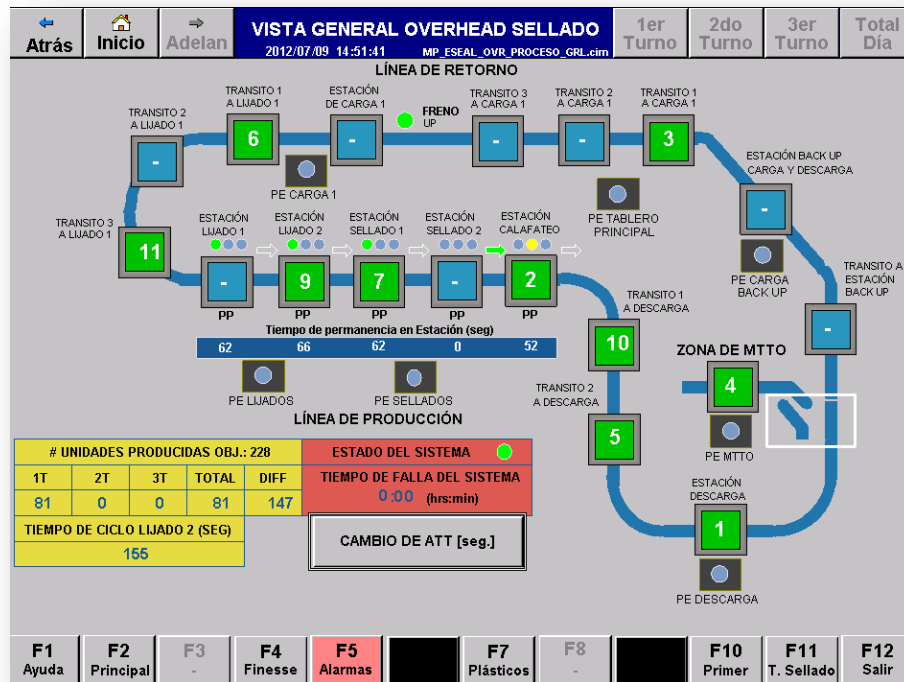


Figura 3.60 Vista general del Proceso *Over Head* Sellado, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Esta pantalla contiene un botón que permite cambiar el tiempo de permanencia de todos los cargo buses, esta función escribe en el PLC principal el cambio del tiempo el cual será ingresado en segundos y a través de una pantalla que se despliega como se muestra en la Figura 3.61:

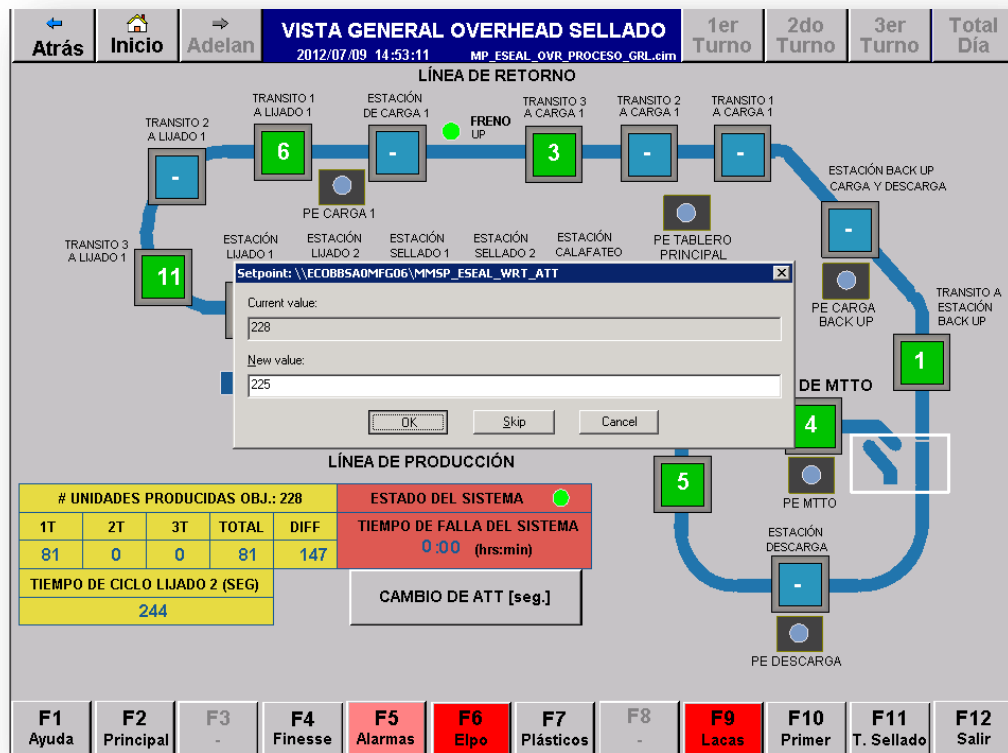


Figura 3.61 Asignación de tiempo de permanencia estaciones, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

3.4.2.3 ESTADO DE CARGO BUSES

Esta pantalla muestra más a detalle el estado de cada uno de los cargo buses mediante los botones de acceso ubicados en la pantalla mostrada en la Figura 3.62, esta pantalla muestra brevemente el estado de funcionamiento de cada cargo bus, manual o automático.

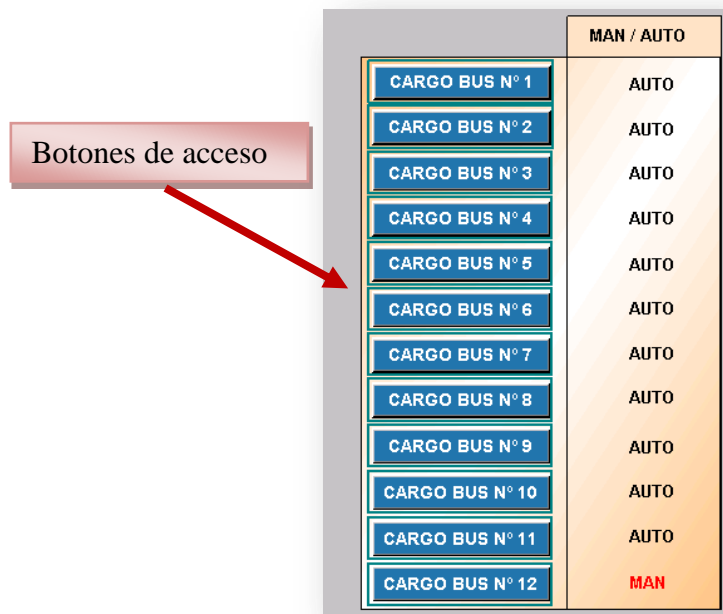


Figura 3.62 Estado de Cargo buses, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

En la pantalla de revisión de estado de cada cargo bus se puede monitorear todas las averías que puede tener el cargo bus, (Figura 3.63).

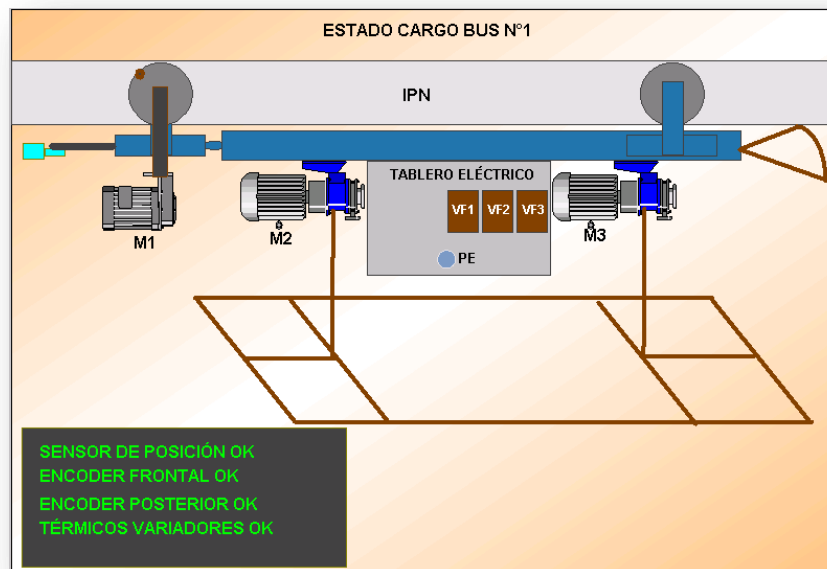


Figura 3.63 Estado Cargo bus N°1, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

3.4.2.4 ALARMAS DEL SISTEMA

En esta pantalla tenemos el visualizador de alarmas del *Cimplicity* en donde podemos configurar las averías que deseamos observar a través de la selección del Resource en el que se encuentran los puntos creados para el proceso, en la Figura 3.64 se muestra la pantalla de alarmas del sistema y en esta se puede visualizar la descripción de la alarma, la fecha y hora de activación, el estado de la alarma; es decir si el estado de alarma desapareció o aún continúa y si esta fue o no reconocida por el usuario.

			ALARMAS OVER HEAD SELLADO	1er Turno	2do Turno	3er Turno	Total Día
Atrás	Inicio	Adelante	2012/06/27 16:12:54 MP_ESEAL_LMO_ALM_OHS.cim				

Project Name	Alarm ID	Date	Time	State	Ack
MF_PMC_PLANTAMMSP_ESEAL_PE	Jun 27 12:59	NORMALN			
PARO DE EMERGENCIA CARGO BUS N°7					
MF_PMC_PLANTAMMSP_ESEAL_PE	Jun 27 12:46	NORMALN			
PARO DE EMERGENCIA CARGO BUS N°8					
MF_PMC_PLANTAMMSP_ESEAL_FLT	Jun 27 12:45	NORMALN			
FALLA NO CAMBIO DE POSICIÓN CB08					
MF_PMC_PLANTAMMSP_ESEAL_FLT	Jun 27 12:44	NORMALN			
FALLA TÉRMICOS VARIADORES CB08					

Ack

Reset

Delete

226 Jun 27 16:11

Toggle

Setup

Refresh

Help

View Stack

Comments

F1 Ayuda	F2 Principal	F3 -	F4 Finesse	F5 Alarmas	F6 Elpo	F7 Plásticos	F8 -	F9 Lacas	F10 Primer	F11 T. Sellado	F12 Salir
-------------	-----------------	---------	---------------	---------------	------------	-----------------	---------	-------------	---------------	-------------------	--------------

Figura 3.64 Pantalla Visualización de Alarmas, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

3.4.2.5 PAROS DE PROCESO

En esta pantalla se puede observar que paro de proceso se encuentra activado en el proceso y el tiempo de duración de la activación acumulada durante el turno actual y por cada estación, además se mostrará el acumulado del día total, es decir la sumatoria de cada turno por cada estación igualmente, como se muestra en la Figura 3.65.

Atrás	Inicio	Adelante	PAROS DE PROCESO		1er Turno	2do Turno	3er Turno	Total Día
			2012/06/27 16:13:40 MP_ESEAL_LMO_PAROS_PROCESO.cim					
			PAROS DE PROCESO	TIEMPO PARO TURNO ACTUAL [hrs:min]	TIEMPO PARO 1ERO 2DO-3ER TURNO [hrs:min]			
ESTACIÓN DE LLIADO 1			●	0:03	0:10			
ESTACIÓN DE LLIADO 2			●	0:14	0:23			
ESTACIÓN DE SELLADO 1			●	0:00	0:01			
ESTACIÓN DE SELLADO 2			●	0:00	0:06			
ESTACIÓN DE CALAFATEO			●	0:00	0:16			
				0:17	0:56			
				TOTAL [hrs:min]	TOTAL [hrs:min]			

F1 Ayuda	F2 Principal	F3 -	F4 Finesse	F5 Alarmas	F6 Elpo	F7 Plásticos	F8 -	F9 Lacos	F10 Primer	F11 T. Sellado	F12 Salir
----------	--------------	------	------------	------------	---------	--------------	------	----------	------------	----------------	-----------

Figura 3.65 Pantalla de paros de proceso, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

3.4.2.6 REPORTES

Esta pantalla (Figura 3.66) permite ingresar en dos pantallas más para generar dos tipos de reportes, uno de Fallas (Figura 3.67) y otro de Paros de proceso (Figura 3.68) los cuales son de vital importancia para la optimización del tiempo de producción disminuyendo el tiempo de paros de proceso al identificar causas raíz de la activación de cada paro de proceso y la reparación de fallas presentadas en el proceso.



Figura 3.66 Pantalla de reportes, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Cada reporte tiene un filtro de turnos y de fecha lo cual permite limitar la información para el usuario y presentar exclusivamente a su necesidad.

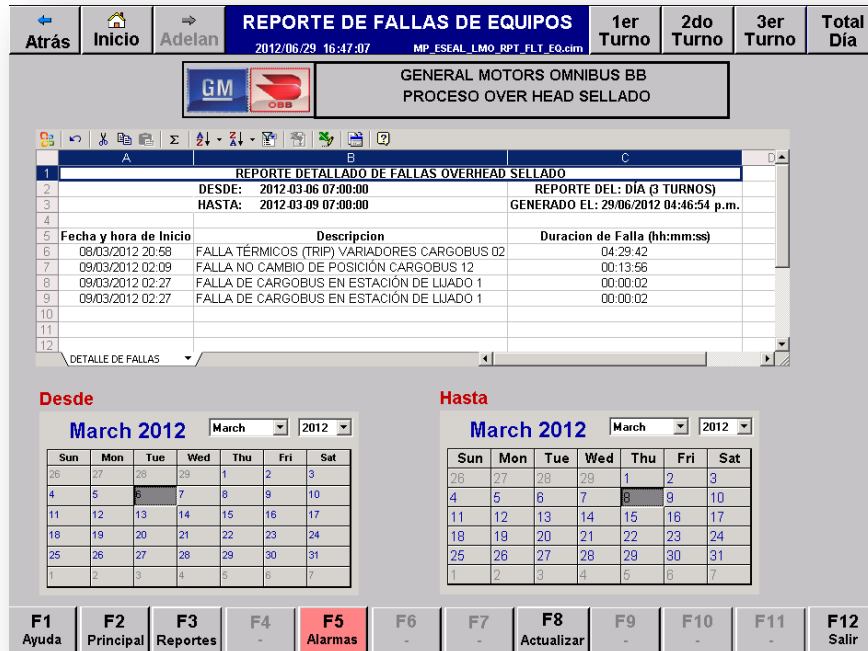


Figura 3.67 Reporte de Fallas, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

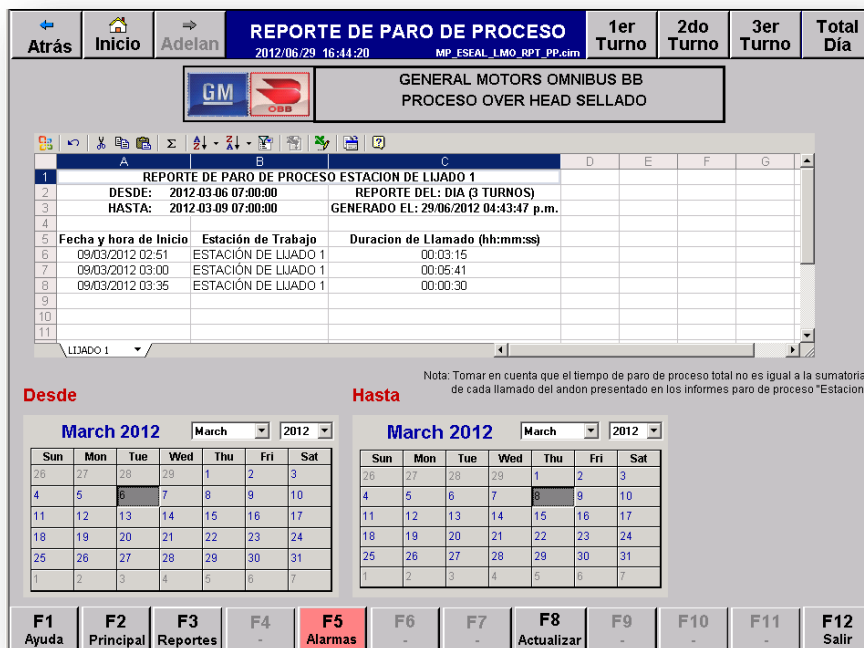


Figura 3.68 Reporte de Paros de Proceso, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

3.4.2.7 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Esta pantalla muestra cuando un equipo del proceso ha cumplido con las horas necesarias para ser realizado una revisión general, también tiene el objeto de Hoja de Excel en el que se va a mostrar un histórico de las grabaciones cuando un equipo cumple las horas de trabajo. (Figura 3.69).



Figura 3.69 Visualización Ordenes de Mantenimiento, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

3.5 PROGRAMACIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA

El administrador de usuarios mostrado se realizó mediante un script programado en la pantalla de nombre: MP_ESEAL_USERS.cim, es decir este *Script* correrá cada vez que la pantalla sea abierta por cualquier usuario, el script es el siguiente:

“Sub user

Dim r1 As String

Dim var1 As Integer

Dim r As String

Dim var As Integer

```
Dim var_ingresol As CimObjectVariable
Set var_ingresol = CimGetScriptOwner().GetVariable("ingresol")
Dim var_ingresop As CimObjectVariable
Set var_ingresop = CimGetScriptOwner().GetVariable("ingresop")
Dim var_ingresoe As CimObjectVariable
Set var_ingresoe = CimGetScriptOwner().GetVariable("ingresoe")
Dim var_log_out As CimObjectVariable
Set var_log_out = CimGetScriptOwner().GetVariable("log_out")
Const crlf = Chr$(10) + Chr$(13)
r = askBox("Por favor, ingrese el nombre de usuario: ", "", "ADMINISTRADOR DE USUARIOS")
Select Case r
Case ""
Exit Sub
Case "lider"
var = 1
Case "programador"
var = 2
Case "especialista"
var = 3
Case Else
var = 0
EndSelect
r1 = askpassword("Por favor, ingrese la contraseña: ", "ADMINISTRADOR DE USUARIOS")
Select Case r1
Case ""
Exit Sub
Case "111"
var1 = 1
Case "222"
var1 = 2
Case "333"
var1 = 3
Case Else
var1 = 0
End Select
If var = 1 And var1 = 1 Then
l = msgbox ("INGRESO CON PERFIL DE LIDER DE GRUPO", vbOkonly Or vbInformation,
"INFORMACIÓN")
var_ingresol.value = 0
var_ingresop.value = 100
```



```

var_ingresoe.value = 100
var_log_out.value = 0
Else
  If var = 2 And var1 = 2 Then
    p = msgbox ("INGRESO CON PERFIL DE PROGRAMADOR", ebOkonlyOrebIn-
    formation, "INFORMACIÓN")
    var_ingresop.value = 0
    var_ingresol.value = 100
    var_ingresoe.value = 100
    var_log_out.value = 0
  Else
    If var = 3 And var1 = 3 Then
      e = msgbox ("INGRESO CON PERFIL DE ESPECIALISTA", ebOkonlyO-
      rebInformation, "INFORMACIÓN")
      var_ingresoe.value = 0
      var_ingresol.value = 100
      var_ingresop.value = 100
      var_log_out.value = 0
    Else
      i = msgbox ("NOMBRE DE USUARIO Y/O CONTRASEÑA INCORREC-
      TAS", ebOKONLYOrebCRITICAL, "ADVERTENCIA")
      var_ingresol.value = 100
      var_ingresop.value = 100
      var_ingresoe.value = 100
      var_log_out.value = 100
    End If
  End If
End If
End Sub"

```

Para recoger los datos que se generan al momento en el que ingresa un usuario se creó variables públicas en las propiedades de la pantalla que se muestra en la Figura 3.70:

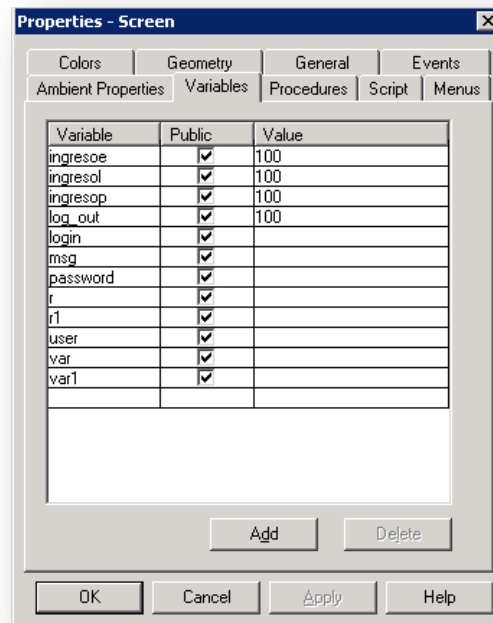


Figura 3.70 Variables creadas administrador de usuarios, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

El script que se programó en esta pantalla corre para mostrar mensajes para realizar una orden de revisión general para los equipos del proceso (Figura 3.71), esta revisión general se realizará según especificaciones del fabricante (ver anexos B y C).

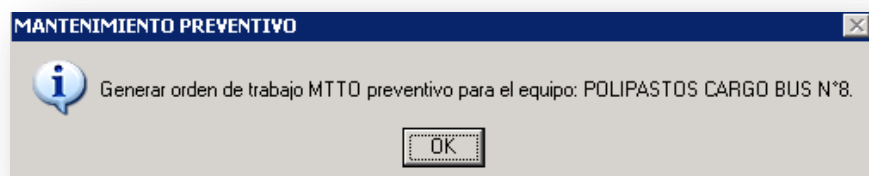


Figura 3.71 Mensaje Orden de Mantenimiento, *OHS, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Para guardar la información de la fecha en la que el equipo cumplió con el tiempo necesario para realizar la orden de mantenimiento preventivo de revisión general se programó un script para presentar el reporte en el objeto “hoja de Excel” montado en la pantalla y el cual es el siguiente:

“Sub REPORTE

```
Const sConnStr As String = "DSN=CIMPLICITY Logging -  
Points;UID=cim_admin;PWD=cim_admin"
```

```

Dim HojaExcel As gefobject
Dim sQuery As String
Dim Ret() As Variant
Set HojaExcel = cimgetscreen.object.objects.item("excel").oleobject
Fecha=Date
hora=Time
HojaExcel.Sheets.Add
While HojaExcel.Sheets.Count > 1
    HojaExcel.Sheets(2).Delete
Wend
HojaExcel.ActiveSheet.Name = "MTTO PREVENTIVO EQUIPOS OHS"
HojaExcel.ActiveSheet.Cells(1, 1).Value = "REPORTE DE ORDENES DE MANTENIMIENTO PRE-
VENTIVO"
HojaExcel.ActiveSheet.Cells(2, 1).Value = "EQUIPOS OVERHEAD SELLADO"
HojaExcel.ActiveSheet.Cells(3, 1).value="REPORTE GENERADO EL: " & Fecha & " " & hora
HojaExcel.ActiveSheet.Cells(5, 1).Value = "Descripción del Equipo"
HojaExcel.ActiveSheet.Cells(5, 2).value="Fecha de cumplimiento de horas de trabajo"
HojaExcel.ActiveSheet.Rows(1).Font.Bold = True
HojaExcel.ActiveSheet.Rows(2).Font.Bold = True
HojaExcel.ActiveSheet.Rows(3).Font.Bold = True
HojaExcel.ActiveSheet.Rows(5).Font.Bold = True
HojaExcel.ActiveSheet.Range("A1:D5").HorizontalAlignment = -4108
HojaExcel.Range("A1:B1").Merge
HojaExcel.Range("A2:B2").Merge
ActualRow=6
sQuery= "SELECT desctable.description, p_ohs_____.timestamp " & _
"FROM p_ohs_____, desctable " & _
"WHERE p_ohs_____.point_id = desctable.point_id " & _
"AND p_ohs_____.point_id LIKE 'MMSP_ESEAL_FLG%' " & _
"AND p_ohs_____.val = 1 " & _
"AND p_ohs_____.prev = 0 " & _
"AND p_ohs_____.val is not null " & _
"AND p_ohs_____.prev is not null " & _
"ORDER BY p_ohs_____.timestamp"
l& = SQLRequest(sConnStr, sQuery, Ret)
If Arraydims (Ret) >= 1 Then
For aux =0 To ubound(Ret)
    hojaexcel.ActiveSheet.Cells(ActualRow, 1).Value= Ret (aux,0)
    hojaexcel.ActiveSheet.Cells(ActualRow, 2).Value= Format(Ret (aux,1),"yyyy/mm/dd hh:nn:ss")
    ActualRow=ActualRow+1

```

Next aux

End If

hojaexcel.ActiveSheet.Columns(2).horizontalalignment = -4108

If Arraydims (Ret) = 0 Then

hojaexcel.ActiveSheet.Cells(6, 1).Value="NO SE HAN GENERADO DATOS!!!"

HojaExcel.Range("A6:B6").Merge

End If

hojaexcel.ActiveSheet.Columns.AutoFit

End Sub"

4 PLAN DEMANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1 CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN CIMPLICITY⁷⁵

Para la creación de la base de datos del *Cimplicity* necesitamos instalar el paquete de *Microsoft SQL Server*, que será el administrador de la base de datos y a la que se le debe enlazar el *Database Logger* (Figura 4.1) en donde se realizarán las grabaciones de las variables agregadas a la tabla creada.

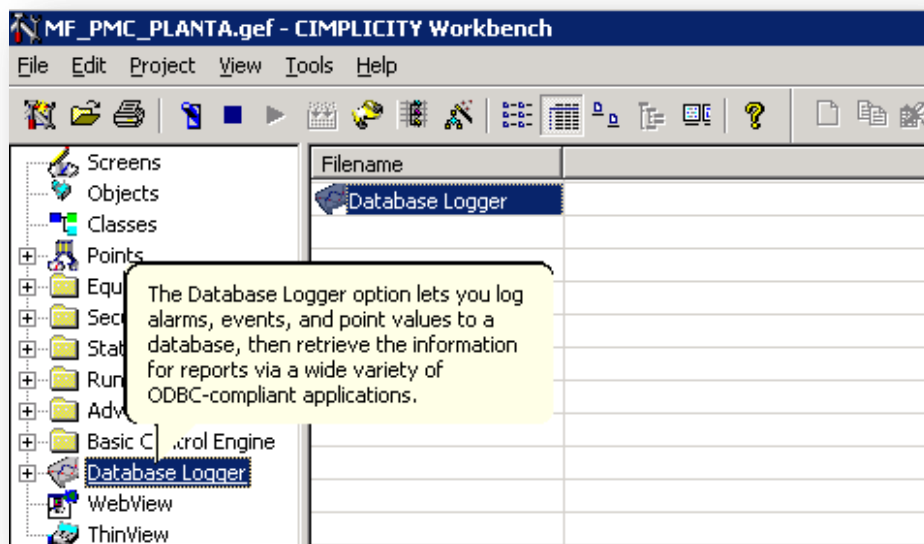
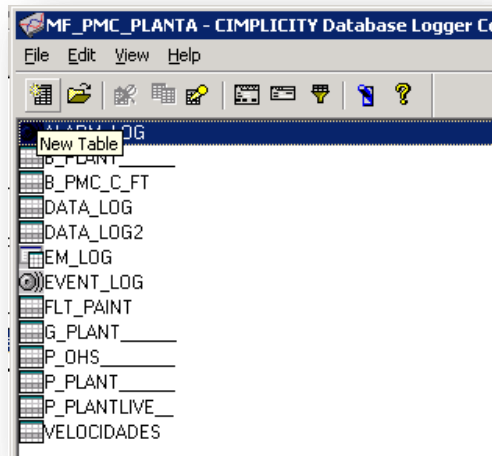


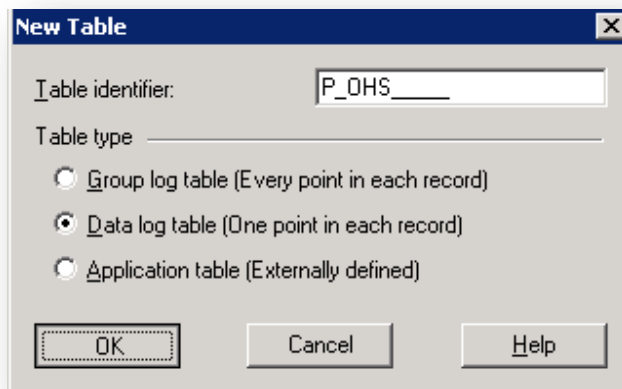
Figura 4.1 *Database Logger, Cimplicity.*
(Propia Autoría)

Se crea una nueva tabla en donde se le da un nombre y se modifica las propiedades como se muestra en la Figura 4.2.

⁷⁵ *Introduction to Cimplicity HMI* (GE Fanuc Automation Technical Training Center, 2001)



a) Lista de tablas existentes



b) Elección tipo de tabla.

Figura 4.2 Creación de nueva tabla *Database Logger, Cimplicity*.
(Propia Autoría)

En las propiedades de la tabla se puede modificar las siguientes opciones:

- **Condiciones de registro:** Se puede configurar el registro del dato de manera periódica cada cierta cantidad de minutos, sincronizada a cierta hora del día, en el estado digital de un punto específico, cuando un punto actualice su valor, cuando un punto específico entra en estado de alarma, es recomendable configurar esta opción a cada punto ya que por necesidad de los proyectos al menos se ocupa más de dos condiciones de registro (Figura 4.3).

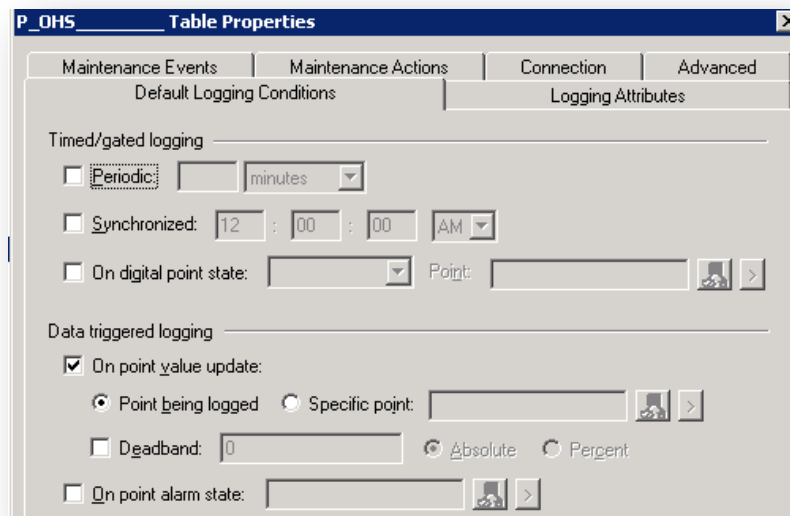


Figura 4.3 Condiciones de registro, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

- **Atributos de registro:** En esta opción se detalla que información del punto deseamos guardar en la tabla, dándonos opción de guardar: El valor del punto, el valor previo, el valor absoluto, el estado de alarma, el *Resource*, el dato de tiempo del último registro, unidades de ingeniería, nombre del proyecto, en donde se escogerá la información que necesitemos (Figura 4.4).

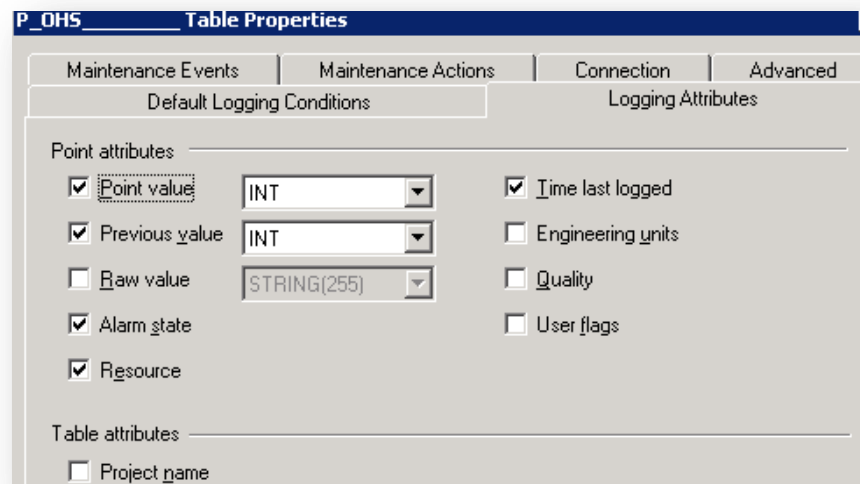


Figura 4.4 Atributos de registro, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

- **Eventos de mantenimiento:** Esta propiedad nos da la opción de programar un evento para la acción de mantenimiento, esta puede ser periódica, sincro-

nizada a una hora específica del día, en el estado de un punto específico del proyecto, cada cierto número de grabaciones luego de arrancado o inicializado el proyecto, verificando el espacio libre de un disco midiéndolo en *megabytes*, en la Figura 4.5 se muestra el menú de eventos de mantenimiento.

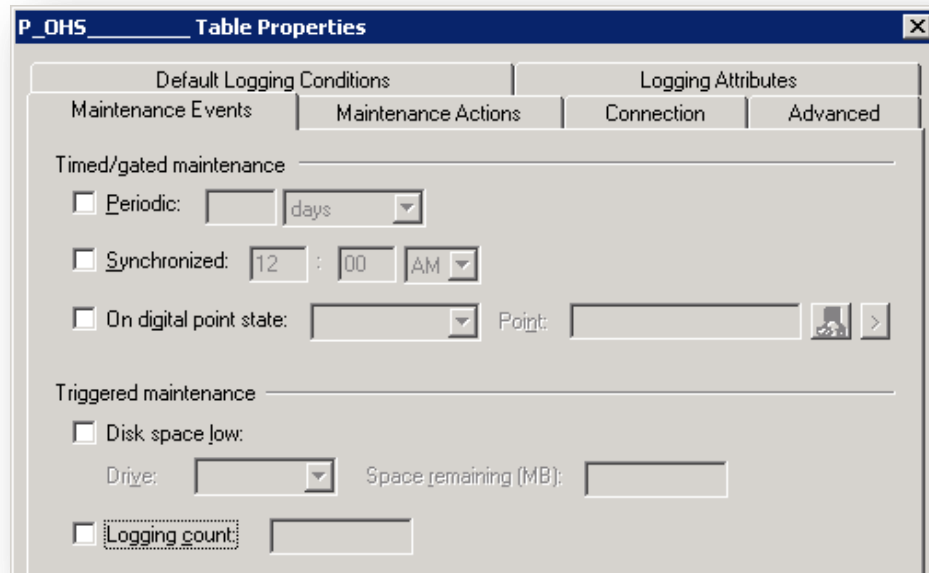


Figura 4.5 Eventos de mantenimiento, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

- Acciones de mantenimiento:** Podremos borrar las grabaciones que se tengan en la tabla por conteo de grabaciones o cada cierto tiempo y permite guardar el archivo borrado en formato *comma separated values*, CVS, o permite simplemente exportar los datos guardados de igual manera por conteo de grabaciones o cada cierto tiempo. Nos da la posibilidad de correr un comando SQL programado directamente en la propiedad, se puede correr un programa específico dedicado a realizar acciones de mantenimiento de la base de datos (Figura 4.6).

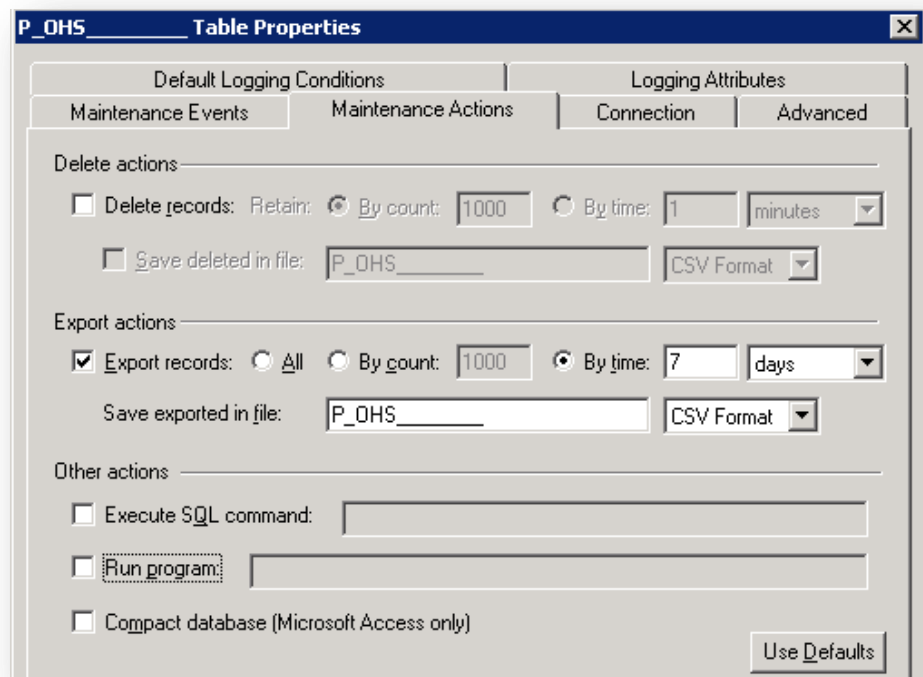


Figura 4.6 Eventos de mantenimiento, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

- Conexión:** En la Figura 4.7 se muestra la propiedad en donde se deberá ingresar la fuente de donde se enlazará la base de datos en el *Microsoft SQL server*, en donde se colocará un nombre de usuario de la base de datos y su contraseña, se indicará el tiempo de espera antes de una reconexión.

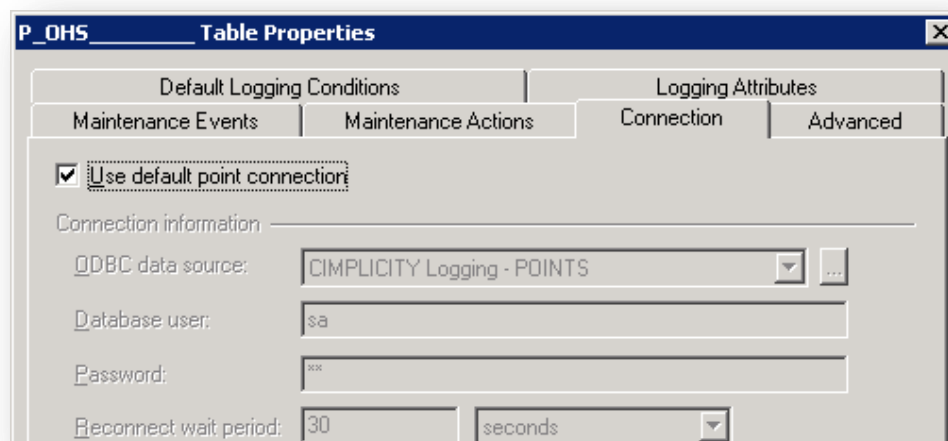


Figura 4.7 Conexión de la base de datos, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

- **Avanzada:** En esta propiedad muestra el tipo de tabla que ha sido creada por el sistema, deshabilita todas las acciones en la grabación de datos de la base de datos (Figura 4.8).

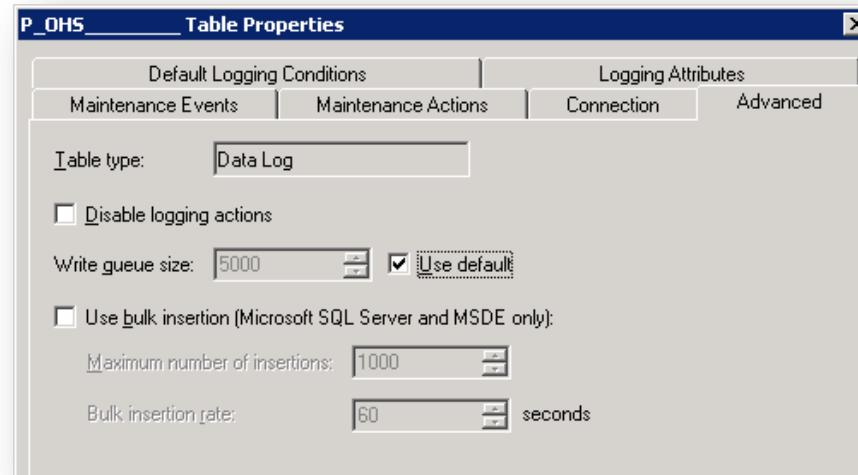
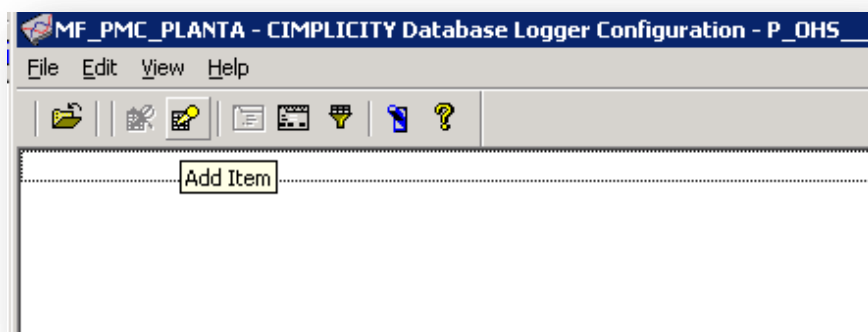
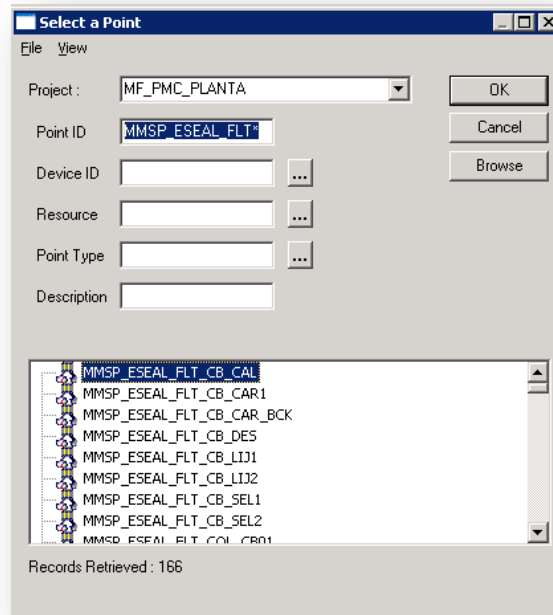


Figura 4.8 Configuración avanzada de la base de datos, *Cimplicity*.
 (Propia Autoría)

Una vez creada la tabla y configurada las propiedades específicas a nuestro proyecto se añade los puntos o variables a ser registradas, mediante la opción *Add Item* y se abrirá una pantalla de búsqueda de puntos, en donde se filtra por el nombre (Figura 4.9).



a) Añadiendo Items a la tabla de datos.



c) Selección de puntos para añadir.

Figura 4.9 Búsqueda de variables para registrar en la base de datos, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Se dirige a la viñeta *View* y se escoge para poder ver los detalles del punto y se escoge todos los puntos que se requiera registrarlos (Figura 4.10).

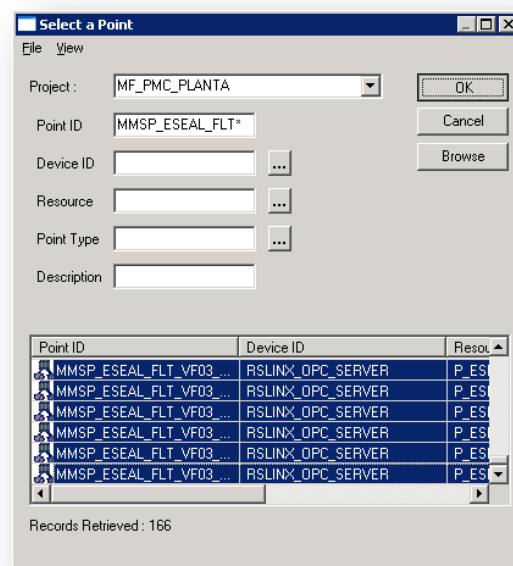


Figura 4.10 Añadiendo variables para registrar en la base de datos, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Tenemos entonces variables añadidas a la base de datos en donde se podrá modificar una por una las condiciones de registro según la necesidad del proyecto, Figura 4.11.

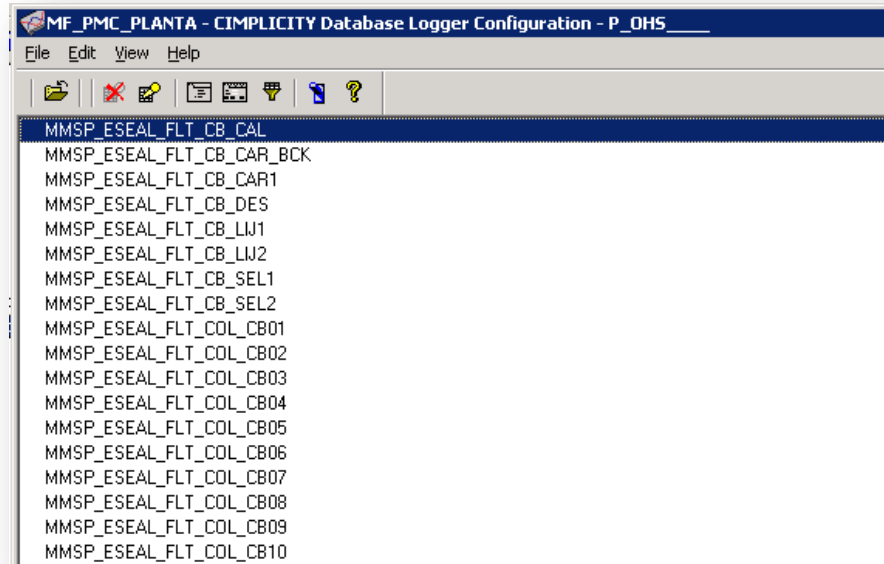


Figura 4.11 Variables de la base de datos, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

4.2 DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Uno de los puntos críticos del mantenimiento preventivo de los equipos es la periodicidad en su ejecución, que se realiza mediante el *software* “*Maximo*”, el cual reporta ordenes de mantenimiento con una periodicidad ingresada manualmente por la persona encargada de la programación de trabajos, con esto se tiene dos impactos: El primero se ve reflejado en la vida útil del equipo cuando se realiza un trabajo innecesario, irrespetando la frecuencia indicada por el fabricante. El segundo impacto se ve reflejado en la disponibilidad de tiempo al realizar una actividad de mantenimiento cuando no es necesaria hacerlo ya que con esto se pierde tiempo que se podría ocupar dando mantenimiento en otros equipos.

Se realizó la creación de una pantalla en la que se lleva un registro de todas las ocasiones en las que un cargo bus llega a cumplir las horas de trabajo necesarias para

realizar una acción de mantenimiento o revisión general más adelante detallada, esta pantalla mostrada en la Figura 4.12 muestra un recuadro de Excel en el cual se va registrar la descripción del equipo y la fecha en la que ha cumplido las horas de trabajo.

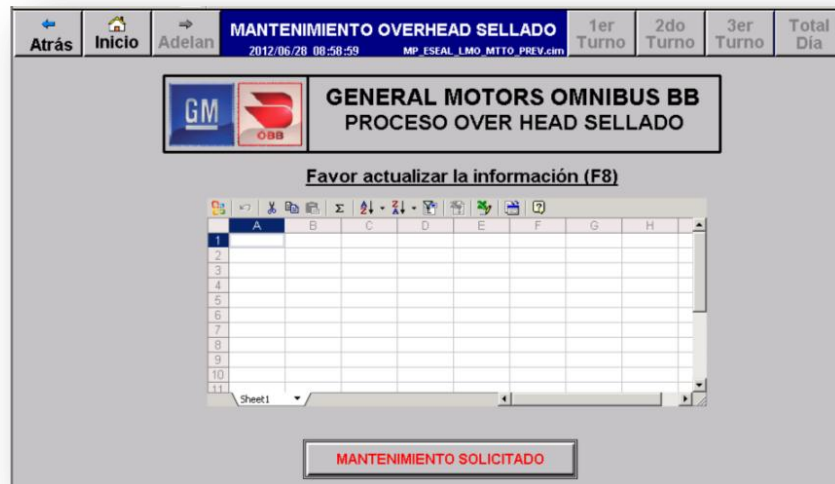


Figura 4.12 Pantalla de registro de cumplimiento de horas de trabajo, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

A continuación se describen los equipos que dan prioridad para realizar mantenimiento preventivo en el cargo bus como tal, estos son dos polipastos de cadena que cuentan con un motor de inducción y un juego de engranajes que bajan la velocidad final en la cadena que sujeta la estructura en donde es engancha la carrocería y una unidad de traslación que consta igualmente de un motor de inducción y un juego de engranaje para reducir la velocidad final en la rueda tractora.

4.2.1 UNIDAD DE TRASLACIÓN DRF - 200⁷⁶

El mecanismo de traslación ha sido desarrollado como mecanismo tractor especial para el accionamiento por rueda de fricción DRF 200. La unidad de accionamiento es especialmente apropiada para la traslación por perfiles en I y vigas cajón soldadas con alas paralelas y espesores de 10 mm hasta 30 mm. El margen de ancho de ala

⁷⁶ Instrucciones de servicio Accionamiento de traslación por rueda de fricción DRF 200 (Mannesmann Dematic AG, 1994)



posible comprende de 82 mm hasta 300 mm (100 mm – 300 mm en tramos curvos) y se ajusta mediante ejes transversales de 4 distintas longitudes escalonadas, el ajuste de precisión se efectúa a través de arandelas separadoras.

La velocidad de traslación máxima, tanto para tramos horizontales como verticales no puede exceder los 10 m/min, por eso se recomienda controlar la velocidad del motor mediante un variador de frecuencia para reducir la velocidad en tramos curvos.

El reductor del accionamiento DRF – 200 es de tres escalones con engranajes cilíndricos, la carcasa del reductor está conformada de tal modo que se puede montar directamente en los mecanismos de traslación previstos. El eje del motor va provisto de un cono interior en el que se encaja el piñón de ataque que transmite el par motriz del motor al reductor (Figura 4.13).

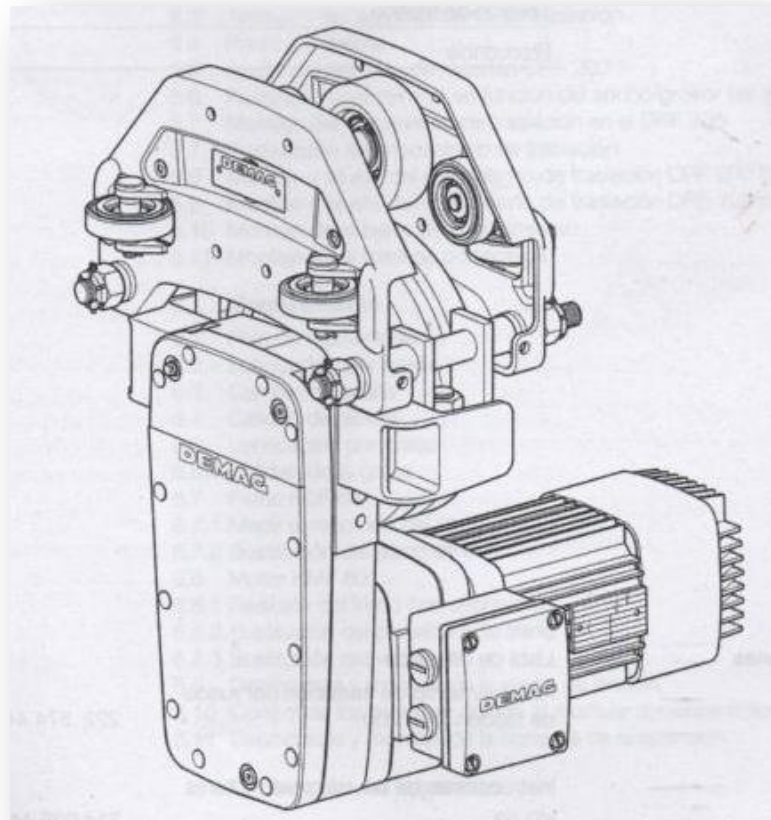


Figura 4.13 Unidad de traslación *Demag* DRF – 200.
(Mannesmann Dematic – Demag, 1994)



En condiciones de servicio normales los accionamientos de traslación por rueda de fricción no requieren apenas mantenimiento, no obstante es aconsejable realizar lo siguiente:

- Limpiar periódicamente la carcasa del accionamiento de traslación por rueda de fricción.
- Retirar el polvo y posibles residuos de producción para garantizar siempre un intercambio térmico adecuado con el aire ambiente.
- Limpiar el tornillo de aireación para asegurar la compensación de presión en el interior de la carcasa.
- Controlar el accionamiento de traslación por rueda de fricción con respecto a fugas de aceite e inspeccionar los retenes de los ejes.

A más de esta lista de actividades recomendadas se menciona los trabajos de mantenimiento detallados en el anexo C que deberán cumplirse para evitar reducir la vida útil del equipo. Se considera óptimo realizar la revisión general del equipo una vez concluidas las 10.000 horas de servicio a más tardar 4 años tomando en cuenta que el equipo trabaja en condiciones normales de servicio.

4.2.1.1 CÁLCULO PRÁCTICO GM - OBB DE HORAS DE SERVICIO UNIDAD DE TRASLACIÓN⁷⁷

Para realizar el cálculo real práctico de las horas de servicio se programó un contador de horas de servicio el cual muestra únicamente las horas de trabajo del motor de la unidad de traslación de forma que tendremos el dato real, según las mediciones que se realizó en el cargo bus N°9 se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la Tabla 4.1:

⁷⁷ *Instrucciones de servicio Accionamiento de traslación por rueda de fricción DRF 200* (Mannesmann Dematic AG, 1994).

Tabla 4.1 Horas de servicio unidad de traslación cargo bus N°9 - OHS
(Propia Autoría)

min / hora de trabajo	22,67
min / día de trabajo	544
min / mes de trabajo	13056
horas / mes de trabajo	235,73
horas / año de trabajo	2828,8

Para realizar el cálculo de frecuencia de revisión general por intervalo de inspección práctica (Ec. 2) del equipo se debe considerar el factor de seguridad implementado por GM – OBB que indica que una vez cumplido con el 75% de las horas de servicio necesarias para garantizar los periodos de operación seguro se debe realizar la revisión general del equipo (Ec. 1), entonces tendremos:

$$F_s = 0.75 \quad \text{Ec. 1}$$

$$Tiempo_{vida\ util} = 10000\ horas$$

$$Tiempo_{vida\ util\ real} = 10000\ horas \times 0.75$$

$$Tiempo_{vida\ util\ real} = 7500\ horas$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = \frac{Tiempo_{vida\ util\ real}}{vida\ util} \quad \text{Ec. 2}$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = \frac{7500\ horas}{2828.8\ horas / Intervalo\ de\ inspección\ anual}$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = 2.65\ años\ de\ intervalo\ de\ inspeccion$$

Es decir la frecuencia para realizar una inspección general es de **2 años, 7 meses y 24 días**, cuando este tiempo haya concluido se procederá a realizar el mantenimiento preventivo que consiste en la revisión general del equipo y las actividades detalladas en el anexo B y para esto se realizó la creación de una pantalla en la que se va a registrar cada fecha de mantenimiento preventivo de revisión general con su respectiva fecha de cumplimiento.

En la hoja Excel en esta pantalla se registrara el instante en el cual un equipo a cumplido con el tiempo de servicio necesario para realizar una revisión general de manera que se puede llevar un histórico de los mantenimientos preventivos que se le ha de realizar a los equipos. Al presionar el botón "MANTENIMIENTO SOLICITADO" y si el tiempo necesario para la realización de una revisión general se ha cumplido, se desplegara un mensaje que indica el equipo que ha cumplido el tiempo y solicitará la revisión general del mismo (Figura 4.14).

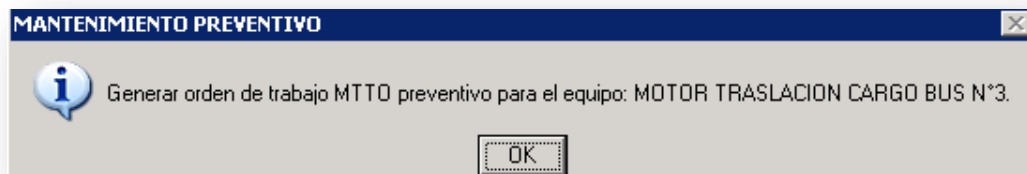


Figura 4.14 Mensaje Mantenimiento Preventivo Traslación, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

4.2.2 POLIPASTO DE CADENA DEMAG DKUN 10 – 800 KV1⁷⁸

El polipasto de cadena *Demag* consta de un motor de elevación según el principio acreditado de rotor deslizante con freno incorporado y una unión rotor-eje motriz, con acoplamiento de torsión y freno provisto de forros exentos de amianto (Figura 4.15).

Se utiliza un reductor de dos escalones en disposición axial, para su lubricación se emplea un aceite mineral según DIN 51502 CLP 220. En el primer escalón del reductor va incorporado un acoplamiento de fricción, este acoplamiento realiza la función de parada de emergencia desconectando el accionamiento cuando el peso de carga sobrepasa el límite admisible para el cual fue diseñado el polipasto protegiéndolo así contra sobrecargas extremas.

⁷⁸ *Manual de Instrucciones Polipastos de cadena DKUN 10* (Demag Cranes & Components, 2004).



Figura 4.15 Componentes del Polipasto de cadena *Demag DKUN 10 800 – KV1*⁷⁹.

Para la parada en la posición de trabajo del gancho se tiene dos opciones una eléctrica que consta de un *encoder* acoplado al eje que envía pulsos hacia un contador programado en el PLC, y 4 finales de carrera 2 para la posición de trabajo y 2 para seguridad alta y baja que se encuentran mecánicamente conectados con el eje del motor reductor.

4.2.2.1 PERÍODOS DE OPERACIÓN SEGURO DE POLIPASTOS DE CADENA, SWP⁸⁰

Los requisitos esenciales de seguridad y salud prescriben la eliminación de riesgos específicos provocados, por ejemplo, por fatiga y envejecimiento de los materiales utilizados. Conforme a estas prescripciones, el usuario de equipos de elevación de serie está obligado a determinar la utilización real del equipo (máquina), basándose en las horas de servicio, espectros de sollicitación y/o factores de modo de cálculo. La

⁷⁹ http://pdf.directindustry.es/pdf/demag-cranes-components/polipasto-de-cadena-demag-dk-soluciones-para-sistemas-completos-de-una-sola-mano/14949-25954-_4.html

⁸⁰ *Manual de Instrucciones Polipastos de cadena DKUN 10* (Demag Cranes & Components, 2004).



base de esta determinación es la norma FEM 9.755 de Junio de 1993 “Medidas para obtener periodos de servicio seguro en equipos de elevación de serie accionados por motor, *Safe Working Periods, SWP*”.

El objetivo de esta regla es determinar medidas para obtener periodos de servicio seguro durante toda la vida útil de los equipos, aunque éstos se diseñan, según el estado de la técnica, para un periodo definido y no es posible, por tanto, excluir del todo posibles fallos prematuros.

Los puntos relacionados a continuación han sido extraídos de la norma FEM 9.755 y son aplicables al polipasto eléctrico de cadena.

- La determinación de la utilización real basada en el tiempo de marcha y la solicitud se deberá documentar una vez al año, como mínimo.
- El tiempo de marcha T_i (horas de servicio) se podrá estimar o registrar en un contador de horas de servicio.
- La solicitud K_{mi} (espectro de solicitud) tendrá que ser estimada.
- Si el tiempo de marcha T_i se registra mediante un contador de horas de servicio, el valor correspondiente se multiplicará por el factor de modo de cálculo “ $f = 1.1$ ”.
- En la estimación de horas de servicio y del espectro de solicitud, el valor correspondiente se multiplicará por el factor de modo de cálculo “ $f = 1.2$ ”.
- La utilización real S se halla mediante la fórmula: “ $S = K_{mi} \cdot T_i \cdot f$ ”.
- Una vez alcanzada la vida útil se deberá efectuar una revisión general.
- La realización de todos los controles y de la revisión general deberá ser ordenada por el usuario del equipo.

Se entiende por revisión general a más de efectuar los controles y trabajos indicados en el plan de mantenimiento según el anexo C, la inspección del equipo con objeto de comprobar qué partes o piezas están deterioradas y/o a punto de deteriorarse y la sustitución de todas estas partes y/o piezas, que a continuación se nombran:

- Engranajes del reductor.

- Rodamientos del reductor.
- Árbol motriz.
- Rodamientos del motor.
- Elementos de unión.
- Aceite del reductor.

Las piezas pequeñas que se deban sustituir en los trabajos de montaje y mantenimiento (tornillos, arandelas, etc.) no se relacionan por separado. Efectuada la revisión general, se considera que el equipo queda en un estado similar al de un equipo nuevo, en lo referente a sus características de funcionamiento y rendimiento.

Para los polipastos eléctricos de cadena, clasificados según FEM 9.511, son válidos los periodos de vida útil de la Tabla 4.2:

Tabla 4.2 Periodos de vida útil.
(Demag Cranes & Components, 2004)

Tipos de polipastos	Períodos de vida útil [h]
1Cm	200
1Bm	400
1Am	800
2m	1600
3m	3200

4.2.2.2 VIDA ÚTIL TEÓRICA, S⁸¹

La vida útil real S del polipasto eléctrico de cadena se puede calcular mediante la siguiente ecuación N°3:

$$S = K_{mi} \cdot T_i \cdot f \quad \text{Ec. 3}$$

En donde:

⁸¹ *Manual de Instrucciones Polipastos de cadena DKUN 10* (Demag Cranes & Components, 2004).

K_{mi} : Factor real de espectro de solicitación.

T_i : Horas de servicio.

f : Factor de modo de cálculo.

La estimación del espectro de solicitación se da por la necesidad del usuario siendo el porcentaje de carga en función del porcentaje del tiempo que pasa sometido a esta. Para simplificar la estimación, cada caso de solicitación se puede agrupar mediante la aplicación de los módulos de solicitación de la Figura 4.16. La solicitación se indica de forma simplificada a través de los datos $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ de carga y carga máxima, las cargas muertas se añaden a las cargas que se transporten, las cargas inferiores al 20% de la capacidad nominal no se consideran.

El tiempo de marcha en cada caso de solicitación se distribuye en tanto por ciento del intervalo de inspección considerado. La Figura 4.16 muestra los módulos de solicitación K_m para los diversos casos, sin carga hasta carga máxima y distribuidos en tiempos proporcionales de 5 hasta 10%. Los tiempos proporcionales mayores se añaden del modo correspondiente.

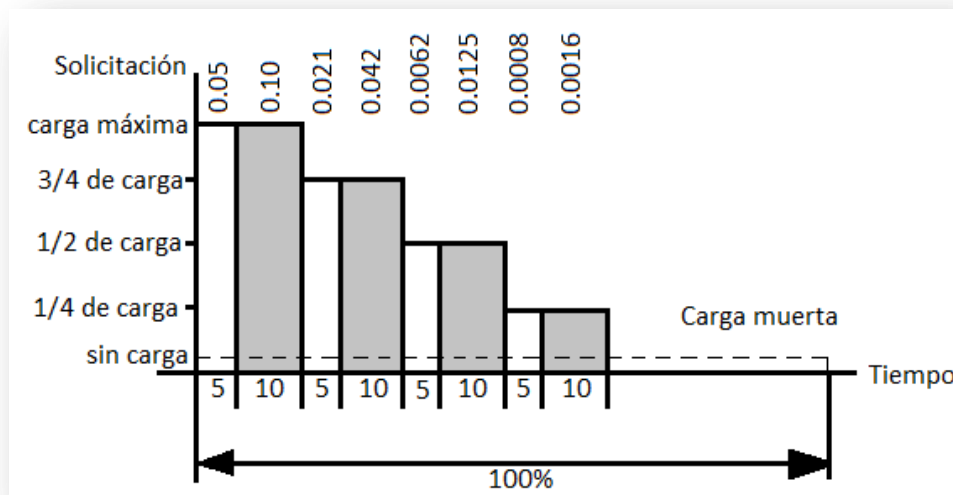


Figura 4.16 Módulos de Solicitación de Carga.
(Demag Cranes & Components, 2004)

La suma de los diversos módulos de solicitación da el factor de espectro de solicitación K_{mi} .



El tiempo de marcha se puede registrar mediante un contador de horas de servicio o calcular según la fórmula (Ec 4):

$$T_i = \frac{(elev.+desc.) \cdot \frac{ciclo}{hora} \cdot \frac{tiempo\ de\ trabajo}{día} \cdot \frac{días}{Intervalo\ de\ inspección}}{60 \cdot velocidad\ de\ elevación} \quad Ec. 4$$

El método de cálculo define el valor de la constante de cálculo f:

$f = 1,1$: Si el tiempo de marcha se determina mediante un contador de horas de servicio.

$f = 1,1$: Si el tiempo de marcha y el espectro de sollicitación se determinan por estimación.

4.2.2.3 CÁLCULO TEÓRICO DE HORAS DE SERVICIO⁸²

Datos del Polipasto utilizado en los cargo buses:

Marca	: Demag
Modelo	: DKUN 10 – 800 K1
Capacidad de carga	: 1,6 Toneladas
Potencia	: 2,60 Kw
FEM Groupe	: 2m
Conexiones	: YY 220V – 11,2A / Y 400 V – 5,6A
Factor de potencia	: 0,8
Grado de protección	: IP 55

- **Horas de servicio:**

Velocidad de elevación : 4,5 m/min a 60 Hz / 3,38 m/min.

⁸² *Manual de Instrucciones Polipastos de cadena DKUN 10* (Demag Cranes & Components, 2004).



Ciclos por hora	: 2 ciclos/hora.
Elevación y Descenso	: 5 + 5 = 10 m/ciclo.
Tiempo de trabajo por día	: 24 horas /día.
Días por intervalo de inspección	: 264 días/Intervalo de inspección (1 año).
Peso de la carrocería	: 543 kg → 57% de la carga total.
Peso estructura de sujeción (araña)	: 375 kg → 23,43% de la carga total.
Capacidad de carga total del sistema	: 1600 kg → 100% Carga total.

$$T_i = \frac{\left(10 \frac{m}{ciclo}\right) \cdot 2 \frac{ciclo}{hora} \cdot 24 \frac{horas}{día} \cdot 264 \frac{días}{Intervalo\ de\ inspección}}{60 \frac{min}{hora} \cdot 3,38 \frac{m}{min}} \quad Ec\ 5$$

$$T_i = 624,85 \frac{horas}{Intervalo\ de\ inspección}$$

- Espectro de solicitud:**

Capacidad de carga de los polipastos	: 1600 kg.
Capacidad de carga del Sistema	: 1600 kg → 100%
Peso de la estructura de sujeción de la carrocería	: 375 kg → 23.45%
Peso de la carrocería más pesada (ANEXO B)	: 918 kg → 57%
Tiempo de carga de la estructura de sujeción	: 100%
Tiempo de carga de la carrocería	: 90%

En la Figura 4.17 se graficó la solicitud de carga de los polipastos de los cargo buses del *Over Head* de Sellado para lo cual se tomó en cuenta el peso de la carrocería la cual se la carga un 90% del tiempo y la estructura de sujeción la cual se la carga un 100% del tiempo y que implica un 25% de carga respecto a la capacidad nominal de carga del sistema.

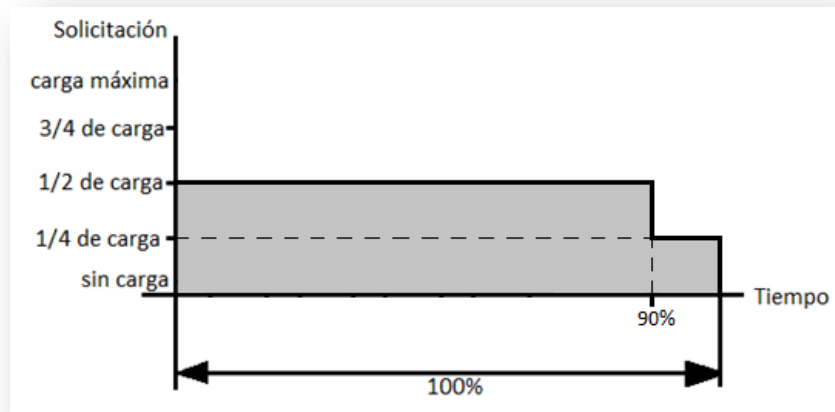


Figura 4.17 Solicitación de carga para polipastos de carga buses del OHS.
(Propia Autoría)

$$K_m = 9(0.0125) + 10(0.0016) \quad \text{Ec. 6}$$

$$K_m = 0.1285$$

$$S = K_{mi} \cdot T_i \cdot f \quad \text{Ec. 7}$$

$$S = 0.1285 \cdot 624.85 \text{ horas} / \text{Intervalo de inspección} \cdot 1.2$$

$$S = 96.35 \text{ horas} / \text{Intervalo de inspección}$$

Se debe considerar que existe un factor de seguridad de 0.75 que incide directamente en las horas de servicio del equipo en la clasificación según FEM 9.5.11 y siendo de clasificación 2m:

$$F_s = 0.75$$

$$Tiempo_{vida\ util} = 1600 \text{ horas}$$

$$Tiempo_{vida\ util\ real} = 1600 \text{ horas} \times 0.75$$

$$Tiempo_{vida\ util\ real} = 1200 \text{ horas}$$

$$Tiempo_{vida\ util\ real} = 1200 \text{ horas}$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = \frac{Tiempo_{vida\ util\ real}}{vida\ util} \quad \text{Ec. 8}$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = \frac{1200\ horas}{96.35\ horas / Intervalo\ de\ inspección}$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = 12.45\ años\ de\ intervalo\ de\ inspeccion$$

Como se puede observar el periodo de intervalo de inspección en donde se realiza la revisión general del equipo es muy extenso debido a la intervención del factor de solicitud de carga.

4.2.2.4 CÁLCULO PRÁCTICO GM - OBB DE HORAS DE SERVICIO POLIPASTO DE CADENA⁸³

Para realizar el cálculo real práctico de las horas de servicio se programó un contador de horas de servicio el cual muestra únicamente las horas de trabajo de los dos polipastos de forma que tendremos el dato real, según las mediciones que se realizó en el cargo bus N°9 se obtuvieron los siguientes datos (Tabla 4.3):

Tabla 4.3 Horas de servicio polipastos cargo bus N°9 - OHS
(Propia Autoría)

min / hora de trabajo	3,64
min / día de trabajo	87,40
min / mes de trabajo	2272,40
horas / mes de trabajo	37,87
horas / año de trabajo	454,48

A más de utilizar el factor de seguridad implementado por GM – OBB no se debe considerar en el cálculo práctico de horas de servicio la solicitud de carga ya que muchas de las veces los equipos son sobrecargados y esos periodos de operación no se toman en cuenta en la práctica disminuyendo así su vida útil, por esta razón no se toma en cuenta la solicitud de carga, entonces tendremos:

$$F_s = 0.75$$

⁸³ *Manual de Instrucciones Polipastos de cadena DKUN 10* (Demag Cranes & Components, 2004).

$$Tiempo_{vida\ util} = 1600\ horas$$

$$Tiempo_{vida\ util\ real} = 1600\ horas \times 0.75$$

$$Tiempo_{vida\ util\ real} = 1200\ horas$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = \frac{Tiempo_{vida\ util\ real}}{vida\ util}$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = \frac{1200\ horas}{454.48\ horas / Intervalo\ de\ inspección\ anual}$$

$$Frecuencia_{revision\ general} = 2.64\ años\ de\ intervalo\ de\ inspeccion$$

Es decir la frecuencia para realizar una inspección general es de **2 años, 7 meses y 20 días**, cuando este tiempo haya concluido se procederá a realizar el mantenimiento preventivo que consiste en la revisión general del equipo y las actividades detalladas en el anexo C y para esto se realizó la creación de una pantalla en la que se va a registrar cada fecha de mantenimiento preventivo de revisión general con su respectiva fecha de cumplimiento.

En la pantalla de mantenimiento preventivo se registrará el instante en el cual un equipo ha cumplido con el tiempo de servicio necesario para realizar una revisión general de manera que se puede llevar un histórico de los mantenimientos preventivos que se le ha de realizar a los equipos. Al presionar el botón "MANTENIMIENTO SOLICITADO" y si el tiempo necesario para la realización de una revisión general se ha cumplido, se desplegará un mensaje que indica el equipo que ha cumplido el tiempo y solicitará la revisión general del mismo (Figura 4.18).

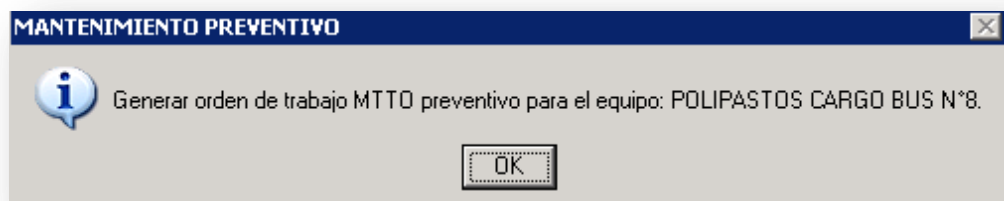


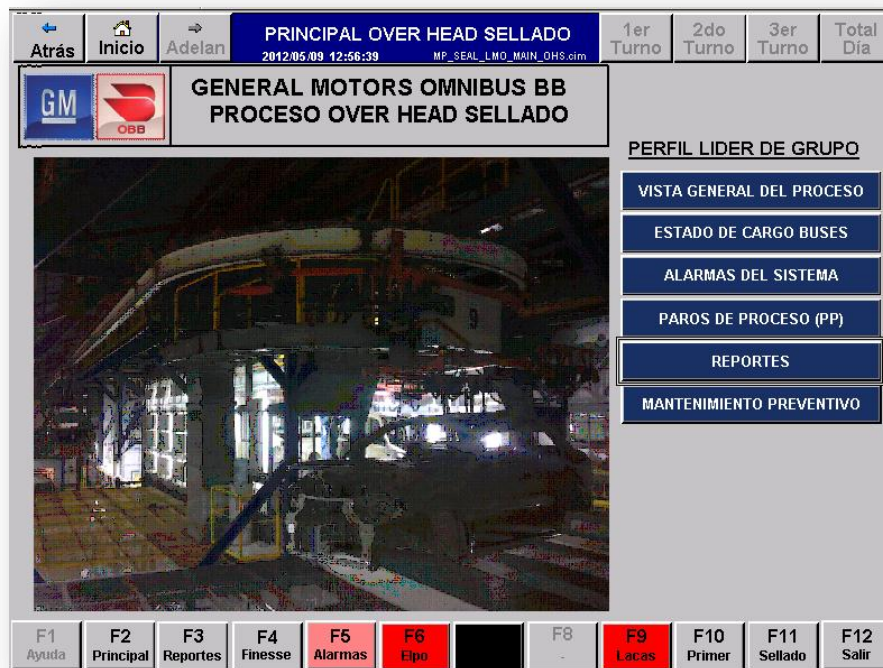
Figura 4.18 Mensaje Mantenimiento Preventivo Polipastos. *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

4.3 REPORTE Y TENDENCIAS

Los reportes generados en el sistema *Scada* sirven de ayuda a la optimización de los recursos utilizados en el proceso, estos reportes son presentados cada vez que el usuario lo requiera, con filtros de fechas y de turnos, con esto limitamos la información para poder utilizarla realizando análisis de acuerdo a la necesidad, estos reportes son presentados en una hoja de Excel insertada en la pantalla, una vez generado el reporte este podrá ser exportado a una hoja Excel para posteriormente graficar tendencias y archivarlos.

4.3.1 PROGRAMACIÓN DE REPORTE

La presentación de reportes del proceso exige programar un filtro de fechas; es decir desde y hasta cuando se genera un reporte, un filtro de turno; limitar la información en el reporte para el primero, segundo, tercer turno o para todo el día. También se diferencia dos reportes: uno de producción referente a los paros de proceso que son activados por los operadores que contienen la fecha y hora de activación y la duración de la llamada, uno de duración de todas las llamadas de cada estación y uno de fallas en donde se muestra fallas detalladas, índices de recurrencia de fallas y duración de las fallas. El ingreso a la generación de reportes se realiza mediante el botón “Reportes” en el menú principal la siguiente (Figura 4.19):



a) Reportes en la pantalla Principal, *Cimplicity*.

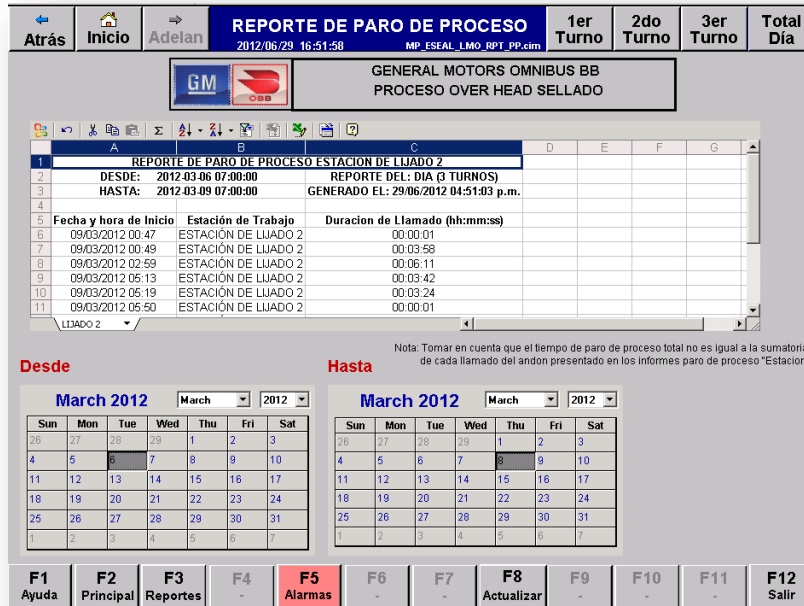


b) Menú principal de la pantalla de Reportes, *Cimplicity*.

Figura 4.19 Pantallas de ingreso a la generación de reportes, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

En las Figuras 4.20 y 4.21 se muestra la pantalla de generación de reporte de paros de proceso y reporte de Fallas respectivamente, en la parte superior de la pantalla se tiene 4 botones destinados al filtro de turno, en la parte izquierda de la pantalla se tiene un calendario que muestra la fecha inicio del reporte y otro para la fecha final del reporte, tomando en cuenta que en ésta última el reporte del tercer turno termina a las 07:00 am del siguiente día, para la generación del reporte se utiliza la tecla F8 o

el botón que se encuentra en la parte inferior de la pantalla que nos sirve para actualizar la información del reporte.



REPORTE DE PARO DE PROCESO
2012/06/29 16:51:58 MP_ESEAL_LMO_RPT_PP.cim

1er Turno 2do Turno 3er Turno Total Día

GENERAL MOTORS OMNIBUS BB
PROCESO OVER HEAD SELLADO

REPORTE DE PARO DE PROCESO ESTACION DE LUJADO 2			
DESDE: 2012 03 06 07:00:00		REPORTE DEL DIA (3 TURNOS)	
HASTA: 2012 03 09 07:00:00		GENERADO EL: 29/06/2012 04:51:03 p.m.	
Fecha y hora de Inicio	Estación de Trabajo	Duración de Llamado (hh:mm:ss)	
09/03/2012 00:47	ESTACIÓN DE LUJADO 2	00:00:01	
09/03/2012 00:49	ESTACIÓN DE LUJADO 2	00:03:58	
09/03/2012 02:58	ESTACIÓN DE LUJADO 2	00:06:11	
09/03/2012 05:13	ESTACIÓN DE LUJADO 2	00:03:42	
09/03/2012 05:19	ESTACIÓN DE LUJADO 2	00:03:24	
09/03/2012 05:50	ESTACIÓN DE LUJADO 2	00:00:01	

Nota: Tomar en cuenta que el tiempo de paro de proceso total no es igual a la sumatoria de cada llamado del andon presentado en los informes paro de proceso "Estacion".

Desde: March 2012 March 2012 Hasta: March 2012 March 2012

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
26	27	28	29	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
26	27	28	29	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

F1 Ayuda F2 Principal F3 Reportes F4 - F5 Alarmas F6 - F7 - F8 Actualizar F9 - F10 - F11 - F12 Salir

Figura 4.20 Pantalla de generación de reporte de paros de proceso, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

La información generada en el reporte de paros de proceso sirve de gran ayuda para identificar la estación de trabajo en la que se está generando paros de proceso, y para solventar los problemas por los que el operador está realizando las llamadas de ayuda Andon. Nos brinda un resumen del tiempo total de paro de proceso de cada estación en cada turno lo cual nos ayuda a identificar la estación que genera mayor tiempo de paro de proceso y podremos

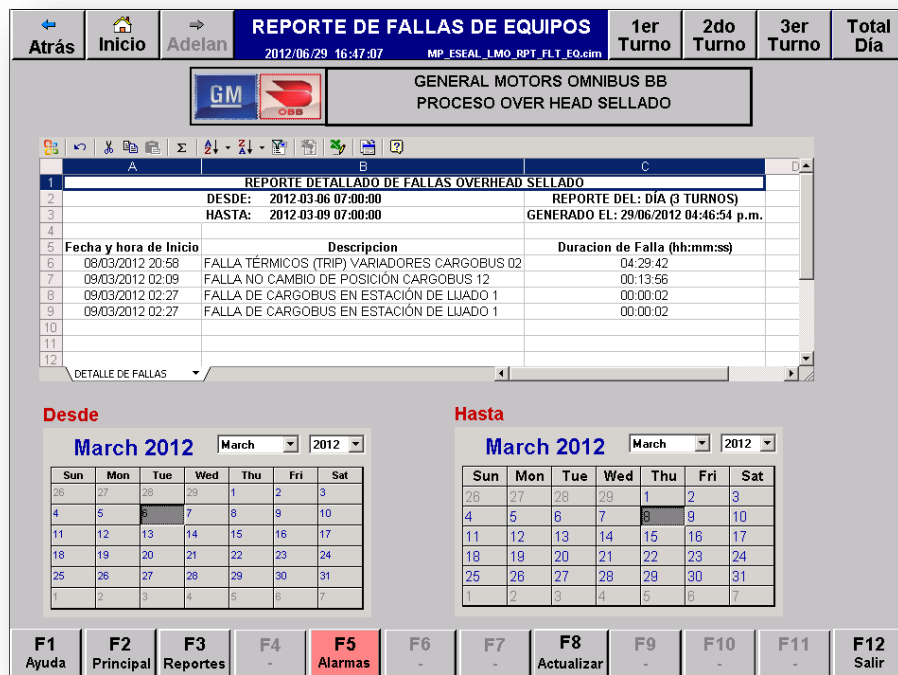


Figura 4.21 Pantalla de generación de reporte de Fallas, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

El reporte de fallas presenta información de la fecha y hora en la que se generó la falla, su descripción y su duración. Con esto podremos identificar la falla de mayor tiempo de duración y una posible solución con la finalidad de disminuir el tiempo de paro del sistema debido a fallas de equipos.

También presenta recurrencia de fallas que ayuda a identificar la falla que mayor número de veces se ha presentado en el proceso con esto se puede identificar la causa raíz del problema para poder eliminarlo completamente. También se presenta la duración total de fallas del sistema al finalizar cada turno.

La programación de los reportes se realizó mediante un script que corre al momento de abrir la pantalla del reporte, el lenguaje de programación utilizado es *visual basic* y la programación se encuentra en el *Script* de cada pantalla (ver Anexo A).

4.3.2 PRESENTACIÓN DE REPORTES

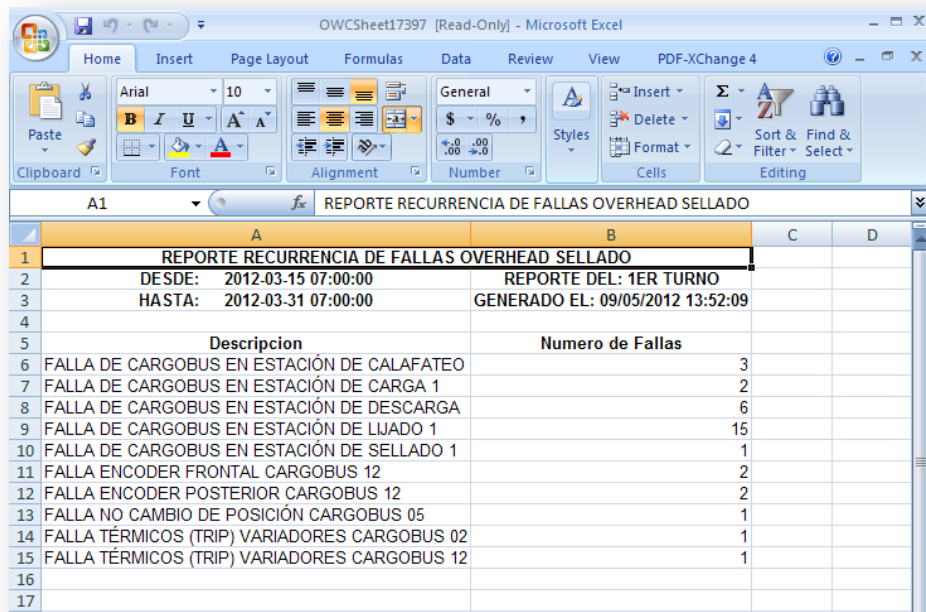
Una vez generado el reporte en el objeto *ActiveX* de hoja de Excel, en la parte superior de esta se encuentra un botón que permite exportar los datos hacia un libro de Excel en la computadora en la que fue generado el reporte (Figura 4.22), por esta razón se debe tomar muy en cuenta que esta computadora debe tener instalado el *Microsoft Office* versión mayor o igual a la del 2003 o V11.0.06555.

The screenshot displays a software interface for equipment fault reports. At the top, a navigation bar includes buttons for 'Atrás', 'Inicio', and 'Adelante'. The main title is 'REPORTE DE FALLAS DE EQUIPOS' with a timestamp '2012/06/29 16:47:07' and a file path 'MP_ESEAL_LMO_RPT_FLT_EQ.cim'. Below this, a header identifies the equipment as 'GENERAL MOTORS OMNIBUS BB' and the process as 'PROCESO OVER HEAD SELLADO'. The central part of the interface shows an Excel spreadsheet titled 'REPORTE DETALLADO DE FALLAS OVERHEAD SELLADO'. The spreadsheet contains columns for 'Fecha y hora de Inicio', 'Descripción', and 'Duración de Falla (hh:mm:ss)'. It lists three faults: a thermistor trip on 08/03/2012, a cargo bus position change on 09/03/2012, and a cargo bus station fault on 09/03/2012. Below the spreadsheet, there are two calendar views for 'March 2012' labeled 'Desde' and 'Hasta'. At the bottom, a row of function keys (F1 to F12) is visible, with 'F5 Alarmas' highlighted in red.

Fecha y hora de Inicio	Descripción	Duración de Falla (hh:mm:ss)
08/03/2012 20:58	FALLA TÉRMICOS (TRIP) VARIADORES CARGOBUS 02	04:29:42
09/03/2012 02:09	FALLA NO CAMBIO DE POSICIÓN CARGOBUS 12	00:13:56
09/03/2012 02:27	FALLA DE CARGOBUS EN ESTACIÓN DE LUJADO 1	00:00:02
09/03/2012 02:27	FALLA DE CARGOBUS EN ESTACIÓN DE LUJADO 1	00:00:02

Figura 4.22 Opción para Exportar el Reporte, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

Inmediatamente luego de presionar esta opción en el objeto *ActiveX* se abrirá un libro de Excel en la computadora en la que fue corrido el proyecto *Scada* como se muestra en la Figura 4.23.



REPORTE RECURRENCIA DE FALLAS OVERHEAD SELLADO	
DESDE: 2012-03-15 07:00:00	REPORTE DEL: 1ER TURNO
HASTA: 2012-03-31 07:00:00	GENERADO EL: 09/05/2012 13:52:09
Descripcion	Numero de Fallas
FALLA DE CARGOBUS EN ESTACIÓN DE CALAFATEO	3
FALLA DE CARGOBUS EN ESTACIÓN DE CARGA 1	2
FALLA DE CARGOBUS EN ESTACIÓN DE DESCARGA	6
FALLA DE CARGOBUS EN ESTACIÓN DE LIJADO 1	15
FALLA DE CARGOBUS EN ESTACIÓN DE SELLADO 1	1
FALLA ENCODER FRONTAL CARGOBUS 12	2
FALLA ENCODER POSTERIOR CARGOBUS 12	2
FALLA NO CAMBIO DE POSICIÓN CARGOBUS 05	1
FALLA TÉRMICOS (TRIP) VARIADORES CARGOBUS 02	1
FALLA TÉRMICOS (TRIP) VARIADORES CARGOBUS 12	1

Figura 4.23 Archivo Excel Generado por el Reporte, *Cimplicity*.
(Propia Autoría)

A este documento que se genera al exportar la información del reporte se lo puede guardar con otro nombre en cualquier dirección para poder llevar un archivo y se lo puede utilizar como una manera de proteger los datos generados a parte de la opción automática que ofrece el *Cimplicity* en las propiedades de la tabla de datos.

Este punto el usuario hace uso de la información al crear una tendencia en Excel que revela de manera didáctica puntos críticos de proceso o fallas para tomar en cuenta en la elaboración de planes de acción, a continuación en la Figura 4.24 se muestra un cuadro de resumen de los resultados que fueron exportados a la máquina del usuario:

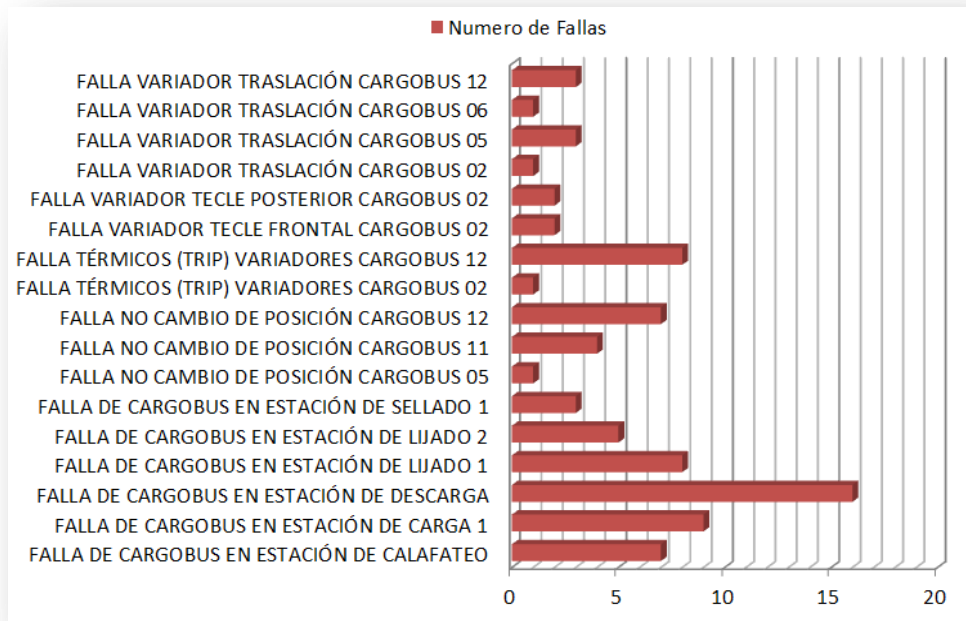


Figura 4.24 Tendencia de Reporte de fallas.
(Propia Autoria)



CONCLUSIONES:

Luego de la implementación del presente proyecto propongo las siguientes premisas como conclusiones:

- Por medio de la visualización en tiempo real del proceso se logró una mejora considerable en el tiempo de respuesta ya que el sistema *Scada* brinda un diagnóstico del proceso y permite una anticipación a las averías presentes.
- En el presente trabajo se logró evidenciar la importancia en la identificación de las causas raíz de los problemas sean estos de cualquier ámbito, con esto y con un plan de acción a corto y/o a largo plazo elaborado como respuesta al problema podremos eliminarlo definitivamente.
- Por medio de la implementación de la base de datos de averías se consiguió identificar las fallas más críticas por mayor duración de falla y por ser repetitivas, lo cual influenció directamente en la distribución de tiempo para la elaboración de un plan de mantenimiento hacia los equipos con mayor evidencia de fallas.
- Las labores de mantenimiento de un equipo influyen inmensamente en su vida útil, tanto en su deficiencia como cuando es excesiva o inoportuna, esta última se pudo evidenciar como antecedente en el presente proyecto, debido a que no existía un registro histórico de las horas de trabajo de los equipos y se realizaba la tarea de mantenimiento en ocasiones cuando no era necesaria, con la implementación del plan de mantenimiento se logró mantener un control exacto tanto de la frecuencia de mantenimiento como de las actividades de mantenimiento que se debe brindar a los equipos.
- Al tener registrados los datos de paros de proceso por Andon que los operarios realizan, se pudo identificar los puntos débiles en la operación del proceso filtrando en la interpretación del reporte las paradas realizadas por ejemplo:



por falta de máquinas herramientas necesarias para la operación, por defectos que presentan las carrocerías y que retardan la operación, etc.

- El software Cimplicity es muy funcional para este tipo de aplicaciones ya que permite el ingreso de varios usuarios simultáneamente presentando la información en todas las pantallas del Cim-View y actualizándola constantemente, de igual manera es muy útil en la edición del proyecto mediante el Cim-Edit, ya que no es necesario parar la aplicación para realizar cambios y estos se actualizan de igual manera en todas las pantallas del Cim-View que se encontraban abiertas.
- La flexibilidad del sistema de automatización del proceso es indispensable para obtener la información por medio del Scada, es decir que toda la información que se recopile a través del sistema de automatización podrá ser mostrada en el Scada siendo este el limitante del alcance del Scada.
- Mediante la realización del cálculo de horas prácticas de servicio se pudo notar que los periodos de mantenimiento de los polipastos es mucho mayor al que se estaba considerando por el departamento de mantenimiento de la planta pintura, reduciendo la vida útil del polipasto al realizar una tarea de mantenimiento cuando no era necesaria.
- Mediante la presentación de reportes realizados en el objeto Activex de una hoja Excel se facilitó la interpretación de parte del usuario ya que al exportar al reporte hacia su computador se pueden implementar gráficos de tendencia según su conveniencia.
- La funcionalidad del programa de enlace de Rockwell Automation Allen Bradley, RSLinx facilitó la comunicación con el Cimplicity ya que contiene el Dynamic Data Exchange que permite realizar consulta de datos directamente con el PLC que se va a comunicar.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda limitar de alguna manera la información recopilada en la base de datos ya que el disco duro en la que esta se guarda puede llegar a saturarse por mal implementación de la base de datos al no implementar un periodo de mantenimiento de esta.
- El sistema tiene la capacidad de permitir un acceso web a través de internet, que por limitaciones del servidor no se pudo implementar, pero sería de gran ayuda a nivel de líderes del proceso que necesitan estar pendientes de lo que está sucediendo con el proceso todo el tiempo.
- Se recomienda llenar una bitácora de las actividades de mantenimiento que se lleva a cabo en cada equipo ya que no todos van a cumplir las horas de funcionamiento simultáneamente y se debe registrar no solo la fecha de cumplimiento sino también las actividades que se realizaron, con comentarios del operador quien la realizó.
- Se debe revisar las recomendaciones que informa el fabricante del equipo acerca de actividades de mantenimiento, repuestos, frecuencia de implementación, etc. para garantizar que la vida útil del equipo sea maximizada.
- Se recomienda mantener constantes reuniones con el personal de mantenimiento y de producción para observar mejoras en el sistema que pueden irse identificando, considerando el concepto de mejora continua.
- Si se va a realizar un cambio en el hardware de los equipos del proceso, se debe tomar en consideración ampliaciones en el alcance del Scada, por ejemplo para aumentar la recopilación de nueva información, que pueda evidenciar más a detalle una falla o una oportunidad de mejora.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:

- Rodríguez, Aquilino. *Sistemas Scada*, Quito, Alfaomega, segunda edición, 2007.
- Schwartz, Mischa, *Cableado de Redes*, Paraninfo Thomson Learning, 2000.
- Vallejo, Raúl. *Manual de Escritura Académica*, Quito, Corporación Nacional Editora, primera edición, 2006.
- *NetLinx Selection Guide*, Allen Bradley Rockwell Automation, Milwaukee, Publication NETS-SG001C-EN-P, May, 2009.
- *Introduction to Cimplicity HMI*, Albany NY, Charlotte NC, King of Prussia PA, Addison IL, Southfield MI, GE Fanuc Automation Technical Training Center, April, 2001.
- *Cimplicity Plant Edition-Getting Started Guide*, Albany NY, Charlotte NC, King of Prussia PA, Addison IL, Southfield MI, GE Fanuc Automation Technical Training Center, July, 2001.
- *Manual de Instrucciones Polipastos de cadena DKUN 10*, Wetter, Demag Cranes & Components, June, 2004.
- *Cimplicity Naming Conventions Template*, Vikram Mankar, GE Fanuc Automation, September, 2005.
- *Cimplicity Screens Standards*, Vikram Mankar, GE Fanuc Automation, September, 2005.
- *Instrucciones de servicio Accionamiento de traslación por rueda de fricción DRF 200*, Wetter, Mannesmann Dematic AG, September, 1994.
- General Motors Ecuador Ómnibus BB, *Manual_OHSellado_rev1*, Quito, GM OBB, Febrero, 2012.

- General Motors Ecuador Ómnibus BB, *Modelación 3d Sistema OverHead Sellado*, Quito, GM OBB, Febrero, 2012.
- Internet, <http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>, Mendiburu, Galeon.
- Internet, <http://redezgaleon.com/>, Soriano, Galeon.
- Internet, <http://www.eveliux.com/mx/cable-par-trenzado-twisted-pair.php>, Eveliux.
- Internet, <http://www.eveliux.com/mx/fibra-optica-fiber-optic.php>, Eveliux.
- Internet, <http://www.eveliux.com/mx/cable-coaxial.php>, Eveliux.
- Internet, http://www.zator.com/Hardware/H12_4.htm, Zator.
- Internet, <http://www.pemex.com/files/content/NRF-130-PEMEX-2007F.pdf>, PEMEX.
- Internet,
http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/nets-sg001_-en-p.pdf, Rockwell Automation – Allen Bradley.
- Internet, <http://www.abb.com/industries>, ABB.
- Internet,
<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/FB06C0084030B2F186256C130055734A>, National Instruments.
- Internet, <http://homejq.tripod.com/redes/topologia.htm>, Tripod.
- Internet, <http://www.instrumentacionycontrol.net/es/cursos-sistemas-scada/149-componentes-en-un-sistema-scada>, Instrumentación y Control.
- Internet, http://pdf.directindustry.es/pdf/demag-cranes-components/polipasto-de-cadena-demag-dk-soluciones-para-sistemas-completos-de-una-sola-mano/14949-25954-_4.html, Demag Cranes & Components.